

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日 2 0 0 0 年 4 月 1 8 日
Date of Application:

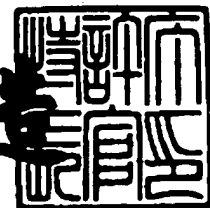
出 願 番 号 平成 1 2 年 特 許 願 第 1 1 7 0 3 3 号
Application Number:

出 願 人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2 0 0 1 年 6 月 2 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 2117510254

【提出日】 平成12年 4月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】

G09G 3/28

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社
内

【氏名】 森 光広

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社
内

【氏名】 笠原 光弘

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社
内

【氏名】 大江 良尚

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社
内

【氏名】 橋 弘之

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代表者】 森下 洋一

【代理人】

【識別番号】 100098305

【弁理士】

【氏名又は名称】福島 祥人

【電話番号】06-6330-5625

【先の出願に基づく優先権の主張】

【出願番号】平成11年特許願第322724号

【出願日】平成11年11月12日

【先の出願に基づく優先権の主張】

【出願番号】平成12年特許願第 36931号

【出願日】平成12年 2月15日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】032920

【納付金額】21,000

【提出物件の目録】

【物件名】明細書 1

【物件名】図面 1

【物件名】要約書 1

【包括委任状番号】9906448

【ブルーフの要否】要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表示装置およびその駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の放電セルを選択的に放電させて画像を表示する表示装置であって、

前記複数の放電セルを含む表示パネルと、

前記表示パネル内の選択された放電セルに駆動パルスを印加して第 1 の放電を発生させる第 1 の駆動手段と、

前記第 1 の放電により前記駆動パルスの電圧が減少して前記第 1 の放電が少なくとも弱められた後に、前記駆動パルスの電圧を再び増加させることにより前記第 1 の放電に続けて第 2 の放電を発生させる第 2 の駆動手段とを備えることを特徴とする表示装置。

【請求項 2】 前記第 2 の駆動手段は、前記第 1 の放電によるブライミング効果が得られる間に前記第 2 の放電を発生させることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

【請求項 3】 前記第 1 の放電のピークと前記第 2 の放電のピークとの間隔は、 100 ns 以上 550 ns 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 4】 前記第 2 の駆動手段は、前記第 1 の放電が弱まって完全に終了した後に前記第 2 の放電を発生させることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 5】 前記第 1 の放電のピークと前記第 2 の放電のピークとの間隔は、 300 ns 以上 550 ns 以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 6】 前記第 2 の放電のピーク強度は、前記第 1 の放電のピーク強度以上であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 7】 前記複数の放電セルは、容量性負荷を含み、
前記第 1 の駆動手段は、

一端が前記容量性負荷に接続される少なくとも一つのインダクタンス素子を有

するインダクタンス手段と、

前記容量性負荷と前記インダクタンス素子とのLC共振により前記駆動パルス
を出力する共振駆動手段とを含むことを特徴とする請求項1～6のいずれかに記
載の表示装置。

【請求項8】 前記第1の駆動手段は、前記駆動パルスの電流供給源として
前記表示パネル外に設けられた第1の容量性素子を含み、前記第1の容量性素子
は、前記放電セルに蓄積された電荷を回収することを特徴とする請求項1～7の
いずれかに記載の表示装置。

【請求項9】 前記第2の放電により前記駆動パルスの電圧が減少して前記
第2の放電が少なくとも弱められた後に、前記駆動パルスの電圧を再び増加させ
ることにより前記第2の放電に続けて第3の放電を発生させる第3の駆動手段を
さらに備えることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の表示装置。

【請求項10】 前記第3の駆動手段は、放電により前記駆動パルスの電圧
が減少して放電が少なくとも弱められた後に前記駆動パルスの電圧を再び増加さ
せる動作を繰り返して前記第2の放電に続けて複数回の放電を連続して発生させ
ることを特徴とする請求項9記載の表示装置。

【請求項11】 前記第2の駆動手段は、
前記駆動パルスの電流供給源として前記表示パネル外に設けられた第2の容量
性素子と、

前記第2の容量性素子を所定の電圧に充電するための電圧源とを含むことを特
徴とする請求項9または10記載の表示装置。

【請求項12】 前記駆動パルスは、第1の電位から第2の電位へ遷移し、
前記第1の電位から前記第2の電位へ遷移する間に少なくとも1回極大値および
極小値をとる駆動パルスを含み、

最後の極値から前記第2の電位への遷移速度が第1の電位から直後の極値への
遷移速度およびその後の極値から直後の極値への遷移速度よりも遅くなるように
前記駆動パルスを駆動する最終駆動手段をさらに備えることを特徴とする請求項
1～11のいずれかに記載の表示装置。

【請求項13】 前記最終駆動手段は、

一端に前記第 2 の電位を受ける電界効果型トランジスタと、
前記電界効果型トランジスタのゲートに入力される制御信号の電流を制限する電流制限手段とを含むことを特徴とする請求項 1 2 記載の表示装置。

【請求項 1 4】 前記複数の放電セルのうち同時に点灯させる放電セルの点灯率を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された点灯率に応じて前記第 2 の駆動手段が前記駆動パルスを再び増加させるタイミングを制御する制御手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 ～ 1 3 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 1 5】 1 フィールドを複数のサブフィールドに分割してサブフィールドごとに選択された放電セルを放電させて階調表示を行うために、1 フィールドの画像データを各サブフィールドの画像データに変換する変換手段をさらに備え、

前記検出手段は、サブフィールドごとの点灯率を検出するサブフィールド点灯率検出手段を含み、

前記制御手段は、前記サブフィールド点灯率検出手段により検出された点灯率に応じて前記第 2 の駆動手段が前記駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを制御することを特徴とする請求項 1 4 記載の表示装置。

【請求項 1 6】 前記制御手段は、前記検出手段により検出された点灯率が大きいほど前記第 2 の駆動手段が前記駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを遅くすることを特徴とする請求項 1 4 または 1 5 記載の表示装置。

【請求項 1 7】 前記制御手段は、前記検出手段により検出された点灯率が所定値以上になった場合、前記第 1 の放電に続いて前記第 2 の放電が発生するように前記第 2 の駆動手段を制御することを特徴とする請求項 1 4 ～ 1 6 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 1 8】 前記制御手段は、前記検出手段により検出された点灯率の増加に応じて前記駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを遅くし、さらに点灯率が増加して所定値以上になった場合に前記駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを早くするように前記第 2 の駆動手段を制御することを特徴とする請求項 1 4 ～ 1 7 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 19】 前記制御手段は、前記検出手段により検出された点灯率が所定値以上になった場合、前記第 2 の駆動手段が前記駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを切り換えるとともに、前記駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングの切り換え前後で輝度が略等しくなるように前記表示パネル内の選択された放電セルに印加される駆動パルスのパルス数を変化させるように前記第 1 および第 2 の駆動手段を制御することを特徴とする請求項 14～18 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 20】 前記制御手段は、前記検出手段により検出された点灯率が大いほど前記駆動パルスの周期を長くするように前記第 1 および第 2 の駆動手段を制御することを特徴とする請求項 14～19 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 21】 前記制御手段は、前記検出手段により検出された点灯率が所定値以上になった場合、前記駆動パルスの周期を切り換えるとともに、前記駆動パルスの周期の切り換え前後で輝度が略等しくなるように前記表示パネル内の選択された放電セルに印加される駆動パルスのパルス数を変化させるように前記第 1 および第 2 の駆動手段を制御することを特徴とする請求項 14～20 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 22】 前記インダクタンス手段は、インダクタンス値を変化させることができる可変インダクタンス手段を含み、

前記複数の放電セルのうち同時に点灯させる放電セルの点灯率を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された点灯率に応じて前記可変インダクタンス手段のインダクタンス値を変化させるインダクタンス制御手段をさらに備えることを特徴とする請求項 7 記載の表示装置。

【請求項 23】 前記電圧源は、出力電圧を変化させることができる可変電圧源を含み、

前記複数の放電セルのうち同時に点灯させる放電セルの点灯率を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された点灯率が大いほど前記第 2 の容量性素子の充電電圧が小さくなるように前記可変電圧源の出力電圧を制御する電圧制御手段と

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 1 記載の表示装置。

【請求項 2 4】 前記電圧源は、出力電圧を変化させることができる可変電圧源を含み、

前記第 1 の放電により変化した前記駆動パルスの電位を検出する電位検出手段と、

前記電位検出手段により検出された電位の変化量が大きいほど前記第 2 の容量性素子の充電電圧が小さくなるように前記可変電圧源の出力電圧を制御する電圧制御手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 1 記載の表示装置。

【請求項 2 5】 複数の放電セルを選択的に放電させて画像を表示する表示装置の駆動方法であって、

選択された放電セルに駆動パルスを印加して第 1 の放電を発生させるステップと、

前記第 1 の放電により前記駆動パルスの電圧が減少して前記第 1 の放電が少なくとも弱められた後に、前記駆動パルスの電圧を再び増加させることにより前記第 1 の放電に続けて第 2 の放電を発生させるステップとを含むことを特徴とする表示装置の駆動方法。

【請求項 2 6】 前記第 2 の放電により前記駆動パルスの電圧が減少して前記第 2 の放電が少なくとも弱められた後に、前記駆動パルスの電圧を再び増加させることにより前記第 2 の放電に続けて第 3 の放電を発生させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 2 5 記載の表示装置の駆動方法。

【請求項 2 7】 前記第 3 の放電を発生させるステップは、放電により前記駆動パルスの電圧が減少して放電が少なくとも弱められた後に前記駆動パルスの電圧を再び増加させる動作を繰り返して前記第 2 の放電に続けて複数回の放電を連続して発生させるステップを含むことを特徴とする請求項 2 6 記載の表示装置の駆動方法。

【請求項 2 8】 前記駆動パルスは、第 1 の電位から第 2 の電位へ遷移し、前記第 1 の電位から前記第 2 の電位へ遷移する間に少なくとも 1 回極大値および極小値をとる駆動パルスを含み、

最後の極値から前記第 2 の電位への遷移速度が前記第 1 の電位から直後の極値

への遷移速度およびその後の極値から直後の極値への遷移速度よりも遅くなるように前記駆動パルスを駆動するステップを含むことを特徴とする請求項 25～27 のいずれかに記載の表示装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の放電セルを選択的に放電させて画像を表示する表示装置およびその駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

PDP（プラズマディスプレイパネル）を用いたプラズマディスプレイ装置は、薄型化および大画面化が可能であるという利点を有する。このプラズマディスプレイ装置では、画素を構成する放電セルの放電の際の発光を利用することにより画像を表示している。

【0003】

図43は、AC型PDPにおける放電セルの駆動方法を説明するための図である。図43に示すように、AC型PDPの放電セルにおいては、対向する電極301、302の表面がそれぞれ誘電体層303、304で覆われている。

【0004】

図43の（a）に示すように、電極301、302間に放電開始電圧よりも低い電圧を印加した場合には、放電が起こらない。図43の（b）に示すように、電極301、302間に放電開始電圧よりも高いパルス状の電圧（書き込みパルス）を印加すると、放電が発生する。放電が発生すると、負電荷は電極301の方向に進んで誘電体層303の壁面に蓄積され、正電荷は電極302の方向に進んで誘電体層304の壁面に蓄積される。誘電体層303、304の壁面に蓄積された電荷を壁電荷と呼ぶ。また、この壁電荷により誘起された電圧を壁電圧と呼ぶ。

【0005】

図43の（c）に示すように、誘電体層303の壁面には負の壁電荷が蓄積さ

れ、誘電体層 304 の壁面には正の壁電荷が蓄積される。この場合、壁電圧の極性は外部印加電圧の極性と逆向きであるため、放電の進行に従って放電空間内における実効電圧が低下し、放電は自動的に停止する。

【0006】

図 43 の (d) に示すように、外部印加電圧の極性を反転させると、壁電圧の極性が外部印加電圧の極性と同じ向きになるため、放電空間内における実効電圧が高くなる。このときの実効電圧が放電開始電圧を超えると、逆極性の放電が発生する。それにより、正電荷が電極 301 の方向に進み、すでに誘電体層 303 に蓄積されている負の壁電荷を中和し、負電荷が電極 302 の方向に進み、すでに誘電体層 304 に蓄積されている正の壁電荷を中和する。

【0007】

そして、図 43 の (e) に示すように、誘電体層 303、304 の壁面にそれぞれ正および負の壁電荷が蓄積される。この場合、壁電圧の極性が外部印加電圧の極性と逆向きであるため、放電の進行に従って放電空間内における実効電圧が低下し、放電が停止する。

【0008】

さらに、図 43 の (f) に示すように、外部印加電圧の極性を反転させると、逆極性の放電が発生し、負電荷は電極 301 の方向に進み、正電荷は電極 302 の方向に進み、図 43 の (c) の状態に戻る。

【0009】

このように、高い書き込みパルスを印加することにより一旦放電が開始された後は、壁電荷の動きによりこの書き込みパルスよりも低い外部印加電圧（維持パルス）の極性を反転させることにより放電を維持させることができる。書き込みパルスを印加することにより放電を開始させることをアドレス放電と呼び、交互に反転する維持パルスを印加することにより放電を維持させることを維持放電と呼ぶ。

【0010】

次に、上記の駆動方法により放電セルを駆動する従来のプラズマディスプレイ装置のサステインドライバについて説明する。図 44 は、従来のプラズマディス

プレイ装置のサステインドライバの構成を示す回路図である。

【0011】

図44に示すように、サステインドライバ600は、回収コンデンサC11、回収コイルL11、スイッチSW11、SW12、SW21、SW22およびダイオードD11、D12を含む。

【0012】

スイッチSW11は、電源端子V11とロードN11との間に接続され、スイッチSW12は、ロードN11と接地端子との間に接続されている。電源端子V11には、電圧 V_{sus} が印加される。ロードN11は、例えば480本のサステイン電極に接続され、図44では、複数のサステイン電極と接地端子との間の全容量に相当するパネル容量 C_p が示されている。

【0013】

回収コンデンサC11は、ロードN13と接地端子との間に接続されている。ロードN13とロードN12との間にスイッチSW21およびダイオードD11が直列に接続され、ロードN12とロードN13との間にダイオードD12およびスイッチSW22が直列に接続されている。回収コイルL11は、ロードN12とロードN11との間に接続されている。

【0014】

図45は、図44のサステインドライバ600の維持期間の動作を示すタイミング図である。図45には、図44のロードN11の電圧およびスイッチSW21、SW11、SW22、SW12の動作が示される。

【0015】

まず、期間Taにおいて、スイッチSW21がオンし、スイッチSW12がオフする。このとき、スイッチSW11、SW22はオフしている。これにより、回収コイルL11およびパネル容量 C_p によるLC共振により、ロードN11の電圧が緩やかに上昇する。次に、期間Tbにおいて、スイッチSW21がオフし、スイッチSW11がオンする。これにより、ロードN11の電圧が急激に上昇し、期間TcではロードN11の電圧が V_{sus} に固定され、電源端子V11から供給される放電電流により維持放電が1回発生する。

【0016】

次に、期間 T_d では、スイッチ SW_{11} がオフし、スイッチ SW_{22} がオンする。これにより、回収コイル L_{11} およびパネル容量 C_p による LC 共振により、ロード N_{11} の電圧が緩やかに降下する。その後、期間 T_e において、スイッチ SW_{22} がオフし、スイッチ SW_{12} がオンする。これにより、ロード N_{11} の電圧が急激に降下し、接地電位に固定される。

【0017】

上記の動作を維持期間において繰り返し行うことにより、複数のサステイン電極に周期的な維持パルス P_{su} が印加され、維持パルス P_{su} の立ち上がり時に放電セルが放電し、維持放電が行われる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、従来のプラズマディスプレイ装置では、サステインドライバ等を用いて維持パルスの立ち上がり時に放電セルを 1 回だけ放電させ、次の維持パルスが印加されるまで放電を停止させている。この 1 回の放電では、放電電流が電源から供給され、放電に必要な電流が十分に供給されるが、放電電流に対して紫外線が飽和し、さらに紫外線に対しても可視光強度が飽和するため、放電電流が大きくなっても輝度はほとんど増加しない。

【0019】

このように、従来のプラズマディスプレイ装置では、電源から放電電流を供給して 1 回だけ放電させることにより発光させているため、投入電力に対して発光効率が低くなる。また、輝度の飽和が発生しないような低い電流レベルで放電セルを駆動すると、放電自体が不安定となり、繰り返し安定に放電を行うことができない。

【0020】

一方、特開平 11-282416 号公報には、維持期間において第 2 の電圧 V_k と第 1 の電圧 V_s ($> V_k$) とを点灯すべきすべての放電セルに印加し、放電電圧の低い放電セルを第 2 の電圧 V_k で放電させ、放電電圧の高い放電セルを第 1 の電圧 V_s で放電させ、放電電流を分散させることが開示される。この場合、

各放電セルは維持周期の半周期の間に1回放電するが、放電電圧の低い放電セルが第2の電圧 V_k で放電した後、放電電圧の高い放電セルが第1の電圧 V_s で放電するため、全体的に見ると維持周期の半周期の間に2回放電しているように見える。しかしながら、このような放電では、各放電セルは1回しか放電しておらず、PDP全体に対する放電電流が単に分散されるだけで点灯すべきすべての放電セルに対して発光効率を向上させることはできない。

【0021】

また、上記の特開平11-282416号公報には、維持期間において第2の電圧 V_k ($\leq V_s/10$)と第1の電圧 V_s とを点灯すべきすべての放電セルに印加することが開示される。この場合、放電電圧の低い放電セルが第1の電圧 V_s で放電し、次のサイクルの第2の電圧 V_k で再度放電し、放電電圧の高い放電セルが第1の電圧 V_s で放電し、次のサイクルの第2の電圧 V_k で再度弱く放電するかまたは放電しない。したがって、この場合も、点灯すべきすべての放電セルが維持周期の半周期の間に2回放電するわけではなく、1回しか放電しない放電セルも存在するため、点灯すべきすべての放電セルに対して発光効率を向上させることはできない。

【0022】

本発明の目的は、点灯すべきすべての放電セルの発光効率を向上させることができる表示装置およびその駆動方法を提供することである。

【0023】

本発明の目的は、点灯すべきすべての放電セルの発光効率を向上させることができるとともに、安定に放電を繰り返し行うことができる表示装置およびその駆動方法を提供することである。

【0024】

【課題を解決するための手段】

(1) 第1の発明

第1の発明に係る表示装置は、複数の放電セルを選択的に放電させて画像を表示する表示装置であって、複数の放電セルを含む表示パネルと、表示パネル内の選択された放電セルに駆動パルスを印加して第1の放電を発生させる第1の駆動

手段と、第1の放電により駆動パルスの電圧が減少して第1の放電が少なくとも弱められた後に、駆動パルスの電圧を再び増加させることにより第1の放電に続けて第2の放電を発生させる第2の駆動手段とを備えるものである。

【0025】

本発明に係る表示装置においては、表示パネル内の選択された放電セルに駆動パルスを印加して第1の放電を発生させ、第1の放電により駆動パルスの電圧が減少して第1の放電が少なくとも弱められた後に、駆動パルスの電圧を再び増加させることにより第1の放電に続けて第2の放電を発生させている。したがって、第1の放電では放電に必要な最低限の電力だけが投入されるので、第1の放電が弱まり始めた瞬間から電流制限により紫外線の飽和が緩和され、第1の放電の発光効率が向上する。この結果、点灯すべきすべての放電セルで発光効率の高い第1の放電が行われるとともにさらに第2の放電も行われ、点灯すべきすべての放電セルの発光効率を向上させることができる。

【0026】

(2) 第2の発明

第2の発明に係る表示装置は、第1の発明に係る表示装置の構成において、第2の駆動手段は、第1の放電によるブライミング効果が得られる間に第2の放電を発生させるものである。

【0027】

この場合、第1の放電により生じた荷電粒子および励起原子等によるブライミング効果が得られる間に第2の放電を発生させているので、第1の放電により放電空間に残留する荷電粒子および励起原子等のブライミング効果により放電し易い状態で第2の放電を発生させることができ、第2の放電を安定に行うことができる。この結果、点灯すべきすべての放電セルで発光効率の高い第1の放電が行われるとともにさらに第2の放電も安定に行われ、点灯すべきすべての放電セルの発光効率を向上させることができるとともに、安定に放電を繰り返し行うことができる。

【0028】

(3) 第3の発明

第3の発明に係る表示装置は、第1または第2の発明に係る表示装置の構成において、第1の放電のピークと第2の放電のピークとの間隔は、100 ns 以上550 ns 以下である。

【0029】

この場合、第1の放電による発光効率の向上効果および第2の放電による放電の繰り返し安定性を得ることができる。

【0030】

(4) 第4の発明

第4の発明に係る表示装置は、第1～第3のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、第2の駆動手段は、第1の放電が弱まって完全に終了した後に第2の放電を発生させるものである。

【0031】

この場合、第1の放電が弱まり始めた瞬間から第1の放電が終了するまで電流制限により紫外線の飽和が緩和され、第1の放電による発光効率の向上効果を完全に享受することができる。

【0032】

(5) 第5の発明

第5の発明に係る表示装置は、第1～第4のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、第1の放電のピークと第2の放電のピークとの間隔は、300 ns 以上550 ns 以下である。

【0033】

この場合、第1の放電による発光効率の向上効果をほぼ最大限に得ることができるとともに、第2の放電による放電の繰り返し安定性を得ることができる。

【0034】

(6) 第6の発明

第6の発明に係る表示装置は、第1～第5のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、第2の放電のピーク強度は、第1の放電のピーク強度以上である。

【0035】

この場合、第2の放電のピーク強度が第1の放電のピーク強度以上になるので、第2の放電が十分な強度で発生し、次の第1の放電に必要な壁電荷を十分に蓄えることができ、放電を安定して繰り返すことができる。

【0036】

(7) 第7の発明

第7の発明に係る表示装置は、第1～第6のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、複数の放電セルは、容量性負荷を含み、第1の駆動手段は、一端が容量性負荷に接続される少なくとも一つのインダクタンス素子を有するインダクタンス手段と、容量性負荷とインダクタンス素子とのLC共振により駆動パルスを出力する共振駆動手段とを含むものである。

【0037】

この場合、容量性負荷とインダクタンス素子とのLC共振により駆動パルスを出力しているので、少ない消費電力で駆動パルスを発生させることができ、また、LC共振回路の電流制限効果により第1の放電の発光効率を向上させることができる。

【0038】

(8) 第8の発明

第8の発明に係る表示装置は、第1～第7のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、第1の駆動手段は、駆動パルスの電流供給源として表示パネル外に設けられた第1の容量性素子を含み、第1の容量性素子は、放電セルに蓄積された電荷を回収するものである。

【0039】

この場合、電源に比べ電流供給能力の低い容量性素子により第1の放電に必要な電流を供給しているので、必要以上に電流を供給することがなく、不要な電力を投入することがない。また、第1の容量性素子が表示パネル外に表示パネルと別個に設けられているので、表示パネルの放電セルの容量に対して十分大きな容量とすることができ、第1の放電に必要な放電電流を確保することができるとともに、容量性素子の構成等を容易に変更することができ、種々の駆動方法の中から最適な駆動方法を容易に実現することができる。さらに、第1の容量性素子に

より放電セルに蓄積された電荷を回収しているので、放電セルの電荷を効率よく使用することができ、消費電力を少なくすることができる。

【００４０】

（９）第９の発明

第９の発明に係る表示装置は、第１～第８のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、第２の放電により駆動パルスの電圧が減少して第２の放電が少なくとも弱められた後に、駆動パルスの電圧を再び増加させることにより第２の放電に続けて第３の放電を発生させる第３の駆動手段をさらに備えるものである。

【００４１】

この場合、第２の放電により駆動パルスの電圧が減少して第２の放電が少なくとも弱められた後に、駆動パルスの電圧を増加させることにより第２の放電に続けて第３の放電を発生させているので、第１～第３の放電を必要最低限の投入電力で行うことができるとともに、連続して第１～第３の放電を発生させることにより放電時の輝度を高めることができ、発光効率をさらに向上させることができる。

【００４２】

（１０）第１０の発明

第１０の発明に係る表示装置は、第９の発明に係る表示装置の構成において、第３の駆動手段は、放電により駆動パルスの電圧が減少して放電が少なくとも弱められた後に駆動パルスの電圧を再び増加させる動作を繰り返して第２の放電に続けて複数回の放電を連続して発生させるものである。

【００４３】

この場合、第２の放電に続けて複数回の放電を発生させているので、複数回の放電を必要最低限の投入電力で行うことができるとともに、連続して複数回放電させることにより放電時の輝度を高めることができ、発光効率をさらに向上させることができる。

【００４４】

（１１）第１１の発明

第１１の発明に係る表示装置は、第９または第１０の発明に係る表示装置の構

成において、第２の駆動手段は、駆動パルスの電流供給源として表示パネル外に設けられた第２の容量性素子と、第２の容量性素子を所定の電圧に充電するための電圧源とを含むものである。

【００４５】

この場合、所定の電圧に充電された第２の容量性素子、すなわち電源に比べ電流供給能力の低い容量性素子により第２の放電に必要な電流を供給しているため、必要以上に電流を供給することがなく、不要な電力を投入することがない。また、第２の容量性素子が表示パネル外に別個に設けられているので、表示パネルの放電セルの容量に対して十分大きな容量とすることができ、第２の放電に必要な放電電流を確保することができるとともに、容量性素子の構成等を容易に変更することができ、種々の駆動方法の中から最適な駆動方法を容易に実現することができる。

【００４６】

（１２）第１２の発明

第１２の発明に係る表示装置は、第１～第１１のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、駆動パルスは、第１の電位から第２の電位へ遷移し、第１の電位から第２の電位へ遷移する間に少なくとも１回極大値および極小値をとる駆動パルスを含み、最後の極値から第２の電位への遷移速度が第１の電位から直後の極値への遷移速度およびその後の極値から直後の極値への遷移速度よりも遅くなるように駆動パルスを駆動する最終駆動手段をさらに備えるものである。

【００４７】

この場合、最後の極値から第２の電位への遷移速度を他の遷移速度よりも遅くすることができるので、駆動パルスを最後の極値から第２の電位へ緩やかに遷移させることができる。したがって、この部分に急峻なエッジ部が形成されることがなく、不要な電磁波の輻射を抑制することができる。

【００４８】

（１３）第１３の発明

第１３の発明に係る表示装置は、第１２の発明に係る表示装置の構成において、最終駆動手段は、一端に第２の電位を受ける電界効果型トランジスタと、電界

効果型トランジスタのゲートに入力される制御信号の電流を制限する電流制限手段とを含むものである。

【0049】

この場合、駆動パルスを実第2の電位へ遷移させるための電界効果型トランジスタのオン／オフ状態を制御するときに、そのゲートに入力される制御信号の電流が制限されているので、電界効果型トランジスタのチャンネルを形成するための電荷がゲートを介して緩やかに充放電される。したがって、電界効果型トランジスタのチャンネルの開閉速度が遅くなり、駆動パルスを実第2の電位へ緩やかに遷移させることができる。

【0050】

(14) 第14の発明

第14の発明に係る表示装置は、第1～第13のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、複数の放電セルのうち同時に点灯させる放電セルの点灯率を検出する検出手段と、検出手段により検出された点灯率に応じて第2の駆動手段が駆動パルスを再び増加させるタイミングを制御する制御手段とをさらに備えるものである。

【0051】

この場合、複数の放電セルのうち同時に点灯させる放電セルの点灯率を検出し、検出された点灯率に応じて駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを制御しているので、点灯率に応じた最適な状態で第1および第2の放電を発生させ、発光効率を向上させることができるとともに、第1および第2の放電を繰り返し安定に発生させることができる。したがって、点灯率が変化しても安定に放電を繰り返し行うことができるとともに、投入電力に対する発光効率を向上させて消費電力を低減することができる。

【0052】

(15) 第15の発明

第15の発明に係る表示装置は、第14の発明に係る表示装置の構成において、1フィールドを複数のサブフィールドに分割してサブフィールドごとに選択された放電セルを放電させて階調表示を行うために、1フィールドの画像データを

各サブフィールドの画像データに変換する変換手段をさらに備え、検出手段は、サブフィールドごとの点灯率を検出するサブフィールド点灯率検出手段を含み、制御手段は、サブフィールド点灯率検出手段により検出された点灯率に応じて第2の駆動手段が駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを制御するものである。

【0053】

この場合、サブフィールドごとに検出した点灯率に応じて駆動パルスを変化させることができるので、階調表示を行う場合でも、点灯率に応じた最適な状態で第1および第2の放電を行うことができる。

【0054】

(16) 第16の発明

第16の発明に係る表示装置は、第14または第15の発明に係る表示装置の構成において、制御手段は、検出手段により検出された点灯率が高いほど第2の駆動手段が駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを遅くするものである。

【0055】

この場合、点灯率が高いほど駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを遅くしているので、点灯率が高い部分では、第1の放電と第2の放電を十分に分離して第1の放電による発光効率の向上効果を十分に得ることができる。また、点灯率に応じて駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを次第に変化させる場合は、視覚的な違和感を与えることなく、発光状態を変化させることができる。

【0056】

(17) 第17の発明

第17の発明に係る表示装置は、第14～第16のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、制御手段は、検出手段により検出された点灯率が所定値以上になった場合、第1の放電に続いて第2の放電が発生するように第2の駆動手段を制御するものである。

【0057】

この場合、点灯率が所定値以上になった場合、第１の放電に続いて第２の放電が発生するように第２の駆動手段を制御しているので、点灯率が所定値より低い場合には従来と同様に放電を行い、点灯率が所定値以上の場合に第１および第２の放電を行うことができ、点灯率に応じた最適な状態で発光させることができる。

【００５８】

（１８）第１８の発明

第１８の発明に係る表示装置は、第１４～第１７のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、制御手段は、検出手段により検出された点灯率の増加に応じて駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを遅くし、さらに点灯率が増加して所定値以上になった場合に駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを早くするように第２の駆動手段を制御するものである。

【００５９】

この場合、駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを消費電力をより低減できるタイミングに設定することができるので、消費電力をより低下させることができる。

【００６０】

（１９）第１９の発明

第１９の発明に係る表示装置は、第１４～第１８のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、制御手段は、検出手段により検出された点灯率が所定値以上になった場合、第２の駆動手段が駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングを切り換えるとともに、駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングの切り換え前後で輝度が略等しくなるように表示パネル内の選択された放電セルに印加される駆動パルスのパルス数を変化させるように第１および第２の駆動手段を制御するものである。

【００６１】

この場合、駆動パルスの電圧を再び増加させるタイミングの切り換え前後で輝度が略等しくなるように表示パネル内の選択された放電セルに印加される駆動パルスのパルス数を変化させているので、駆動パルスの電圧を再び増加させるタイ

ミングの切り換えによる輝度の不連続性を補正することができ、視覚的な違和感を与えることなく、駆動パルスの電圧を増加させるタイミングを切り換えることができる。

【００６２】

（２０）第２０の発明

第２０の発明に係る表示装置は、第１４～第１９のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、制御手段は、検出手段により検出された点灯率が大いほど駆動パルスの周期を長くするように第１および第２の駆動手段を制御するものである。

【００６３】

この場合、駆動パルスの電圧をより低くしても、第１および第２の放電を安定に行うことができるので、消費電力をより低減することができる。

【００６４】

（２１）第２１の発明

第２１の発明に係る表示装置は、第１４～第２０のいずれかの発明に係る表示装置の構成において、制御手段は、検出手段により検出された点灯率が所定値以上になった場合、駆動パルスの周期を切り換えるとともに、駆動パルスの周期の切り換え前後で輝度が略等しくなるように表示パネル内の選択された放電セルに印加される駆動パルスのパルス数を変化させるように第１および第２の駆動手段を制御するものである。

【００６５】

この場合、駆動パルスの周期の切り換え前後で輝度が略等しくなるように表示パネル内の選択された放電セルに印加される駆動パルスのパルス数を変化させているので、駆動パルスの周期の切り換えによる輝度の不連続性を補正することができ、視覚的な違和感を与えることなく、駆動パルスの周期を切り換えることができる。

【００６６】

（２２）第２２の発明

第２２の発明に係る表示装置は、第７の発明に係る表示装置の構成において、

インダクタンス手段は、インダクタンス値を変化させることができる可変インダクタンス手段を含み、複数の放電セルのうち同時に点灯させる放電セルの点灯率を検出する検出手段と、検出手段により検出された点灯率に応じて可変インダクタンス手段のインダクタンス値を変化させるインダクタンス制御手段をさらに備えるものである。

【００６７】

この場合、点灯率に応じて可変インダクタンス手段のインダクタンス値を制御しているので、点灯率に応じた最適なＬＣ共振により放電に必要な電流を供給することができ、消費電力を低減することができる。

【００６８】

（２３）第２３の発明

第２３の発明に係る表示装置は、第１１の発明に係る表示装置の構成において、電圧源は、出力電圧を変化させることができる可変電圧源を含み、複数の放電セルのうち同時に点灯させる放電セルの点灯率を検出する検出手段と、検出手段により検出された点灯率が大いほど第２の容量性素子の充電電圧が小さくなるように可変電圧源の出力電圧を制御する電圧制御手段とをさらに備えるものである。

【００６９】

この場合、点灯率が大いほど第２の容量性素子の充電電圧を小さくすることができるので、点灯率が大きくなり、第１の放電により駆動パルスの電圧が大きく減少しても、第２の放電時の駆動パルスのピーク電圧を一定に保つことができる。したがって、点灯率に応じて必要な電荷を放電セルに供給することができ、第２の放電を安定に行うことができる。

【００７０】

（２４）第２４の発明

第２４の発明に係る表示装置は、第１１の発明に係る表示装置の構成において、電圧源は、出力電圧を変化させることができる可変電圧源を含み、第１の放電により変化した駆動パルスの電位を検出する電位検出手段と、電位検出手段により検出された電位の変化量が大いほど第２の容量性素子の充電電圧が小さくな

るように可変電圧源の出力電圧を制御する電圧制御手段とをさらに備えるものである。

【0071】

この場合、第1の放電により減少した駆動パルスの電位の変化量が大きいほど第2の容量性素子の充電電圧を小さくすることができるので、点灯率が大きくなり、第1の放電により駆動パルスの電圧が大きく減少しても、第2の放電時の駆動パルスのピーク電圧を一定に保つことができ、点灯率に応じて必要な電荷を放電セルに供給することができる。また、駆動パルスの電位の変化量を直接検出しているので、第2の放電時の駆動パルスのピーク電圧をより高精度に調整することができる。第2の放電をより安定に行うことができる。

【0072】

(25) 第25の発明

第25の発明に係る表示装置の駆動方法は、複数の放電セルを選択的に放電させて画像を表示する表示装置の駆動方法であって、選択された放電セルに駆動パルスを印加して第1の放電を発生させるステップと、第1の放電により駆動パルスの電圧が減少して第1の放電が少なくとも弱められた後に、駆動パルスの電圧を再び増加させることにより第1の放電に続けて第2の放電を発生させるステップとを含むものである。

【0073】

本発明に係る表示装置の駆動方法においては、表示パネル内の選択された放電セルに駆動パルスを印加して第1の放電を発生させ、第1の放電により駆動パルスの電圧が減少して第1の放電が少なくとも弱められた後に、駆動パルスの電圧を再び増加させることにより第1の放電に続けて第2の放電を発生させている。したがって、第1の放電では放電に必要な最低限の電力だけが投入されるので、第1の放電が弱まり始めた瞬間から電流制限により紫外線の飽和が緩和され、第1の放電の発光効率が向上する。この結果、点灯すべきすべての放電セルで発光効率の高い第1の放電が行われるとともにさらに第2の放電も行われ、点灯すべきすべての放電セルの発光効率を向上させることができる。

【0074】

(26) 第26の発明

第26の発明に係る表示装置の駆動方法は、第25の発明に係る表示装置の駆動方法の構成において、第2の放電により駆動パルスの電圧が減少して第2の放電が少なくとも弱められた後に、駆動パルスの電圧を再び増加させることにより第2の放電に続けて第3の放電を発生させるステップをさらに含むものである。

【0075】

この場合、第2の放電により駆動パルスの電圧が減少して第2の放電が少なくとも弱められた後に、駆動パルスの電圧を増加させることにより第2の放電に続けて第3の放電を発生させているので、第1～第3の放電を必要最低限の投入電力で行うことができるとともに、連続して第1～第3の放電を発生させることにより放電時の輝度を高めることができ、発光効率をさらに向上させることができる。

【0076】

(27) 第27の発明

第27の発明に係る表示装置の駆動方法は、第26の発明に係る表示装置の駆動方法の構成において、第3の放電を発生させるステップは、放電により駆動パルスの電圧が減少して放電が少なくとも弱められた後に駆動パルスの電圧を再び増加させる動作を繰り返して第2の放電に続けて複数回の放電を連続して発生させるステップを含むものである。

【0077】

この場合、第2の放電に続けて複数回の放電を発生させているので、複数回の放電を必要最低限の投入電力で行うことができるとともに、連続して複数回放電させることにより放電時の輝度を高めることができ、発光効率をさらに向上させることができる。

【0078】

(28) 第28の発明

第28の発明に係る表示装置の駆動方法は、第25～第27のいずれかの発明に係る表示装置の駆動方法の構成において、駆動パルスは、第1の電位から第2の電位へ遷移し、第1の電位から第2の電位へ遷移する間に少なくとも1回極大

値および極小値をとる駆動パルスを含み、最後の極値から第2の電位への遷移速度が第1の電位から直後の極値への遷移速度およびその後の極値から直後の極値への遷移速度よりも遅くなるように駆動パルスを駆動するステップを含むものである。

【0079】

この場合、最後の極値から第2の電位への遷移速度を他の遷移速度よりも遅くすることができるので、駆動パルスを最後の極値から第2の電位へ緩やかに遷移させることができる。したがって、この部分に急峻なエッジ部が形成されることがなく、不要な電磁波の輻射を抑制することができる。

【0080】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る表示装置の一例としてAC型プラズマディスプレイ装置について説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図である。

【0081】

図1のプラズマディスプレイ装置は、A/Dコンバータ（アナログ・デジタル変換器）1、映像信号—サブフィールド対応付け器2、サブフィールド処理器3、データドライバ4、スキャンドライバ5、サステインドライバ6およびPDP（プラズマディスプレイパネル）7を備える。

【0082】

A/Dコンバータ1には、映像信号VDが入力される。A/Dコンバータ1は、アナログの映像信号VDをデジタルの画像データに変換し、映像信号—サブフィールド対応付け器2へ出力する。映像信号—サブフィールド対応付け器2は、1フィールドを複数のサブフィールドに分割して表示するため、1フィールドの画像データから各サブフィールドの画像データSPを作成し、サブフィールド処理器3へ出力する。

【0083】

サブフィールド処理器3は、サブフィールドごとの画像データSP等からデータドライバ駆動制御信号DS、スキャンドライバ駆動制御信号CSおよびサステ

インドライバ駆動制御信号USを作成し、それぞれデータドライバ4、スキャンドライバ5およびサステインドライバ6へ出力する。

【0084】

PDP7は、複数のアドレス電極（データ電極）11、複数のスキャン電極（走査電極）12および複数のサステイン電極（維持電極）13を含む。複数のアドレス電極11は、画面の垂直方向に配列され、複数のスキャン電極12および複数のサステイン電極13は、画面の水平方向に配列されている。また、複数のサステイン電極13は、共通に接続されている。アドレス電極11、スキャン電極12およびサステイン電極13の各交点には、放電セル14が形成され、各放電セル14が画面上の画素を構成する。

【0085】

データドライバ4は、PDP7の複数のアドレス電極11に接続されている。スキャンドライバ5は、各スキャン電極12ごとに設けられた駆動回路を内部に備え、各駆動回路がPDP7の対応するスキャン電極12に接続されている。サステインドライバ6は、PDP7の複数のサステイン電極13に接続されている。

【0086】

データドライバ4は、データドライバ駆動制御信号DSに従い、書き込み期間において、画像データSPに応じてPDP7の該当するアドレス電極11に書き込みパルスを印加する。スキャンドライバ5は、スキャンドライバ駆動制御信号CSに従い、書き込み期間において、シフトパルスを垂直走査方向にシフトしつつPDP7の複数のスキャン電極12に書き込みパルスを順に印加する。これにより、該当する放電セル14においてアドレス放電が行われる。

【0087】

また、スキャンドライバ5は、スキャンドライバ駆動制御信号CSに従い、維持期間において、周期的な維持パルスをPDP7の複数のスキャン電極12に印加する。一方、サステインドライバ6は、サステインドライバ駆動制御信号USに従い、維持期間において、PDP7の複数のサステイン電極13に、スキャン電極12の維持パルスに対して180°位相のずれた維持パルスを同時に印加す

る。これにより、該当する放電セル 14 において維持放電が行われる。

【0088】

図 1 に示すプラズマディスプレイ装置では、階調表示駆動方式として、ADS (Address Display-Period Separation : アドレス・表示期間分離) 方式が用いられている。図 2 は、図 1 に示すプラズマディスプレイ装置に適用される ADS 方式を説明するための図である。なお、図 2 では、駆動パルスの立ち下がり時に放電を行う負極性のパルスの例を示しているが、立ち上がり時に放電を行う正極性のパルスの場合でも基本的な動作は以下と同様である。

【0089】

ADS 方式では、1 フィールド ($1/60$ 秒 = 16.67 ms) を複数のサブフィールドに時間的に分割する。例えば、8 ビットで 256 階調表示を行う場合には、1 フィールドを 8 つのサブフィールド SF 1 ~ SF 8 に分割する。また、各サブフィールド SF 1 ~ SF 8 は、セットアップ期間 P 1、書き込み期間 P 2、維持期間 P 3 に分離され、セットアップ期間 P 1 において各サブフィールドのセットアップ処理が行われ、書き込み期間 P 2 において点灯される放電セル 14 を選択するためのアドレス放電が行われ、維持期間 P 3 において表示のための維持放電が行われる。

【0090】

セットアップ期間 P 1 において、サステイン電極 13 に単一パルスが加えられ、スキャン電極 12 (図 2 ではスキャン電極の本数として n 本が表示されているが、実際には、例えば 480 本のスキャン電極が用いられる) にもそれぞれ単一パルスが加えられる。これにより予備放電が行われる。

【0091】

書き込み期間 P 2 においては、スキャン電極 12 が順次走査され、アドレス電極 11 からパルスを受けた放電セル 14 だけに所定の書き込み処理が行われる。これによりアドレス放電が行われる。

【0092】

維持期間 P 3 においては、各サブフィールド SF 1 ~ SF 8 に重み付けされた値に応じた維持パルスがサステイン電極 13 およびスキャン電極 12 へ出力され

る。例えば、サブフィールドSF 1では、サステイン電極13に維持パルスが1回印加され、スキャン電極12に維持パルスが1回印加され、書き込み期間P 2において選択された放電セル14が2回維持放電を行う。また、サブフィールドSF 2では、サステイン電極13に維持パルスが2回印加され、スキャン電極12に維持パルスが2回印加され、書き込み期間P 2において選択された放電セル14が4回維持放電を行う。

【0093】

上記のように、各サブフィールドSF 1～SF 8では、サステイン電極13およびスキャン電極12に1回、2回、4回、8回、16回、32回、64回、128回維持パルスが印加され、パルス数に応じた明るさ（輝度）で放電セル14が発光する。すなわち、維持期間P 3は、書き込み期間P 2で選択された放電セル14が明るさの重み付け量に応じた回数で放電する期間である。

【0094】

このように、サブフィールドSF 1～SF 8では、それぞれ、1、2、4、8、16、32、64、128の明るさの重み付けがなされ、これらのサブフィールドSF 1～SF 8を組み合わせることにより、明るさのレベルを0～255までの256段階で調整することができる。なお、サブフィールドの分割数および重み付け値等は、上記の例に特に限定されず、種々の変更が可能であり、例えば、動画疑似輪郭を低減するために、サブフィールドSF 8を二つに分割して二つのサブフィールドの重み付け値を64に設定してもよい。

【0095】

次に、図1に示すサステインドライバ6について詳細に説明する。図3は、図1に示すサステインドライバ6の構成を示す回路図である。なお、スキャンドライバ5は、サステインドライバ6と同様に構成され、同様に動作するので、スキャンドライバ5に関する詳細な説明を省略し、サステインドライバ6についてのみ、以下詳細に説明する。また、以下の説明では、駆動パルスの立ち上がり時に放電を行う正極性のパルスの例を示しているが、立ち下がり時に放電を行う負極性のパルスを用いてもよい。

【0096】

図3に示すサステインドライバ6は、FET（電界効果型トランジスタ、以下トランジスタと称す）Q1～Q4、回収コンデンサC1、回収コイルL、ダイオードD1、D2および電流制限素子ILを含む。

【0097】

トランジスタQ1は、一端が電源端子V1に接続され、他端がノードN1に接続される。電源端子V1には、電圧 V_{sus} が印加される。電流制限素子ILは、例えば、所定の抵抗値を有する抵抗から構成され、その一端には制御信号S1が入力され、他端はトランジスタQ1のゲートと接続される。トランジスタQ2は、一端がノードN1に接続され、他端が接地端子に接続され、ゲートには制御信号S2が入力される。

【0098】

ノードN1は、例えば480本のサステイン電極13に接続されているが、図3では、複数のサステイン電極13と接地端子との間の全容量に相当するパネル容量 C_p が示されている。なお、この点に関しては、以下の他の実施の形態によるサステインドライバについても同様である。

【0099】

回収コンデンサC1は、ノードN3と接地端子との間に接続される。トランジスタQ3およびダイオードD1は、ノードN3とノードN2との間に直列に接続される。ダイオードD2およびトランジスタQ4は、ノードN2とノードN3との間に直列に接続される。トランジスタQ3のゲートには、制御信号S3が入力され、トランジスタQ4のゲートには制御信号S4が入力される。回収コイルLは、ノードN2とノードN1との間に接続される。

【0100】

本実施の形態では、PDP7が表示パネルに相当し、スキヤンドライバ5およびサステインドライバ6が第1および第2の駆動手段ならびに最終駆動手段に相当し、映像信号—サブフィールド対応付け器2が変換手段に相当する。また、回収コイルL、回収コンデンサC1、トランジスタQ3およびダイオードD1が第1の駆動手段に相当し、トランジスタQ1、電流制限素子ILおよび電源端子V1が第2の駆動手段に相当する。また、回収コンデンサC1が第1の容量性素子

に相当し、回収コイルLがインダクタンス手段およびインダクタンス素子に相当し、回収コンデンサC1、トランジスタQ3およびダイオードD1が共振駆動手段に相当し、トランジスタQ1が電界効果型トランジスタに相当し、電流制限素子ILが電流制限手段に相当する。

【0101】

図4は、維持放電時に連続して第1および第2の放電を発生させる場合の図3に示すサステインドライバ6の維持期間の動作の一例を示すタイミング図である。図4には、図3のノードN1の電圧、PDP7の放電強度LR、およびトランジスタQ1～Q4に入力される制御信号S1～S4が示される。なお、制御信号S1～S4は、サステインドライバ駆動制御信号USとしてサブフィールド処理器3から出力される信号である。

【0102】

また、放電強度は、以下の方法により測定している。キセノンを含む混合ガスを用いたPDPの場合、その発光は、共鳴準位のキセノンから放電時に発生する真空紫外線（波長147nm）を利用している。この真空紫外線は、PDPの前面ガラス越しに空気中で観察することはできない。一方、共鳴準位のさらに上のエネルギー準位から共鳴準位への遷移の際に近赤外線（波長828nm）が放出され、この近赤外線が放電強度にほぼ比例すると考えられるため、本明細書では、近赤外域に分光感度特性を有するアバランシェ・フォトダイオード等を用いて、一つの放電セルについて近赤外線の強度を測定し、これを放電強度としている。

【0103】

したがって、以下に説明する連続した第1および第2の放電とは、一つの放電セルごとに第1の放電に続いて第2の放電が行われ、PDPの点灯すべきすべての放電セルが必ず2回放電することを意味し、放電セルのばらつきにより早く放電する放電セルと遅く放電する放電セルが異なるタイミングで各々1回だけ放電を行うような場合は含まない。

【0104】

まず、期間TAにおいて、制御信号S2がローレベルになりトランジスタQ2

がオフし、制御信号S 3がハイレベルになりトランジスタQ 3がオンする。このとき、制御信号S 1はローレベルにありトランジスタQ 1はオフし、制御信号S 4はローレベルにありトランジスタQ 4はオフしている。したがって、回収コンデンサC 1がトランジスタQ 3およびダイオードD 1を介して回収コイルLに接続され、回収コイルLおよびパネル容量C pによるLC共振により、ノードN 1の電圧が接地電位V gから滑らかに上昇する。このとき、回収コンデンサC 1の電荷がトランジスタQ 3、ダイオードD 1および回収コイルLを介してパネル容量C pへ放出される。

【0105】

ノードN 1の電圧が上昇し、維持期間における放電開始電圧を越え、放電セル14が第1の放電を開始すると、放電強度LRが上昇し始める。その後、第1の放電がある程度大きくなり、必要とされる放電電流が回収コンデンサC 1と回収コイルLで構成される回路の電流供給能力を越えると、ノードN 1の電圧が極大値V p uから極小値V p bへ降下し、第1の放電が弱まり、これに応じて放電強度LRも低下する。第1の放電が弱まり始めた瞬間から電流制限により紫外線放出量の飽和が緩和され始め、その後放電電流に対する紫外線の飽和が少なくなり、発光効率が向上する。

【0106】

次に、期間TBにおいて、制御信号S 1がハイレベルになりトランジスタQ 1がオンし、制御信号S 3がローレベルになりトランジスタQ 3がオフする。このとき、制御信号S 1の電流は、電流制限素子I Lにより制限され、トランジスタQ 1のチャネルを形成するための電荷がトランジスタQ 1のゲートを介して緩やかに充電される。したがって、トランジスタQ 1のチャネルの開放速度が遅くなり、期間TAにおける立ち上がり速度すなわち接地電位V gから極大値V p uに達するまでの立ち上がり速度（電圧／時間）より遅い立ち上がり速度でノードN 1の電圧が緩やかにV s u sまで上昇する。したがって、維持パルスP s uに急峻に変化するエッジ部が形成されず、不要な電磁波の輻射が抑制される。

【0107】

ノードN 1の電圧が極小値V p bから上昇し、再び放電開始電圧を越えると、

放電セル 14 が第 1 の放電に続いて第 2 の放電が開始され、放電強度 $L R$ も再び上昇し始める。このとき、第 1 の放電に続いて第 2 の放電を発生させているため、第 2 の放電時には、第 1 の放電により放電空間に残留する荷電粒子および励起原子等のブライミング効果により放電し易い状態となり、第 2 の放電を安定に行うことができる。

【0108】

また、第 2 の放電時には、電源端子 $V 1$ から放電電流が制限されることなく、十分に供給されるため、第 2 の放電が十分な強度すなわち第 1 の放電のピーク値より大きなピーク値を有し、次の第 1 の放電に必要な壁電荷が十分に蓄えられ、維持放電を安定して繰り返すことができる。

【0109】

その後、ロード $N 1$ の電圧が $V s u s$ に保持されると、従来と同様に第 2 の放電が停止し、これに応じて放電強度 $L R$ も低下する。

【0110】

上記のように放電セル 14 に連続して第 1 および第 2 の放電を発生させると、以下の理由により発光効率が向上するものと考えられる。

【0111】

まず、第 1 の放電では、回収コンデンサ $C 1$ から回収コイル L を介して放電に必要な電荷が供給されており、このため供給される電流はパネル容量 $C p$ と回収コイル L の共振回路で決まる値に制限される。さらに、放電電流の供給源が回収コンデンサ $C 1$ であるため、放電が大きくなると十分な電荷を供給することができず、ロード $N 1$ の電圧の降下とともに第 1 の放電が弱まりまたは停止する。すなわち、第 1 の放電では、インダクタンス素子等を介すことなく接続され十分な電荷を供給することができる電源からの電流供給による放電の場合と異なり、放電に必要な最低限の電荷しか供給されないため、第 1 の放電が弱まり始めた瞬間から電流制限により紫外線放出量の飽和が緩和され始め、その後放電電流に対する紫外線の飽和が少なくなり、発光効率が向上する。したがって、放電セル 14 の蛍光体発光に寄与しない余分な放電電流が流れないため、投入電力に対する発光効率を向上することができる。

【0112】

また、第2の放電では、第1の放電により壁電圧が減少し、放電空間にかかる実効的な電圧がかなり低い状態すなわち過剰に電圧を印加しない状態で放電が行われ、第2の放電でも発光効率がある程度向上される。

【0113】

このように、第1および第2の放電を連続して行うことにより発光効率を向上することができるので、投入電力に対する発光効率を向上させて消費電力を低減することができる。また、投入電力を低下させない場合は、この発光効率の向上により節約された電力を発光回数の増加による表示輝度の向上に当てることができる。

【0114】

次に、期間TCにおいて、制御信号S1がローレベルになりトランジスタQ1がオフし、制御信号S4がハイレベルになりトランジスタQ4がオンする。したがって、回収コンデンサC1がダイオードD2およびトランジスタQ4を介して回収コイルLに接続され、回収コイルLおよびパネル容量CpによるLC共振により、ノードN1の電圧が緩やかに降下する。このとき、パネル容量Cpに蓄えられた電荷は、回収コイルL、ダイオードD2およびトランジスタQ4を介して回収コンデンサC1に蓄えられ、電荷が回収される。

【0115】

次に、期間TDにおいて、制御信号S2がハイレベルになりトランジスタQ2がオンし、制御信号S4がローレベルになりトランジスタQ4がオフする。したがって、ノードN1が接地端子に接続され、ノードN1の電圧が降下し、接地電位Vgに固定される。

【0116】

上記の動作を維持期間において繰り返し行うことにより、接地電位Vgから電圧Vsusに立ち上がるときに、連続して第1および第2の放電を発生させる周期的な維持パルスPsuを複数のサステイン電極13に印加することができる。なお、上記と同様にして、スキャン電極12にも、スキンドライバ5により上記の維持パルスPsuと同様の波形を有し、180°位相のずれた維持パルスが

周期的に印加される。

【0117】

次に、上記のように連続して第1および第2の放電を発生させた場合の第1の放電のピーク値と第2の放電のピーク値とのピーク間隔と発光効率との関係について説明する。

【0118】

図5は、図1に示すプラズマディスプレイ装置の放電強度のピーク間隔と発光効率との関係を示す図であり、図6～図9は、図1に示すプラズマディスプレイ装置の放電強度のピーク間隔が100ns、300ns、550ns、600nsの場合における図3に示すサステンドライバ6の維持期間の動作を示すタイミング図である。

【0119】

なお、図5の縦軸の発光効率は、無効電力を除いた投入電力に対する発光効率(1m/W)であり、横軸のピーク間隔は、上記の近赤外線の実測による放電強度における第1の放電のピーク値と第2の放電のピーク値とのピーク間隔(ns)である。また、図6～図9には、図3のノードN1の電圧、PDP7の放電強度LR、およびトランジスタQ1～Q4に入力される制御信号S1～S4が示される。

【0120】

また、図6～図9に示す各タイミング図では、維持パルスの維持周期を十分に長く設定した場合を示しており、制御信号S1がハイレベルに変化するタイミング(制御信号S3がローレベルに変化するタイミング)が異なる点を除き、図4に示すタイミング図と同様である。

【0121】

図5に示すように、ピーク間隔が100ns以上のときに第1の放電による発光効率の向上効果が現れ、ピーク間隔が300nsのときに第1の放電による発光効率の向上効果が最大となる。その後、ピーク間隔が500nsまでは第1の放電による発光効率の向上効果がほぼ最大の状態に持続され、ピーク間隔が550nsを超えると発光効率が急激に低下する。以下、各ピーク間隔における放電

状態について詳細に説明する。

【0122】

まず、図6に示すように、ピーク間隔が 100 ns の場合、回収コイル L およびパネル容量 C_P による LC 共振により、ノード N_1 の電圧が接地電位 V_g から滑らかに上昇し、放電開始電圧を超えると第1の放電が開始され、放電強度 L_R が上昇し始める。その後、第1の放電がある程度大きくなり、必要とされる放電電流が回収コンデンサ C_1 と回収コイル L で構成される回路の電流供給能力を越え、ノード N_1 の電圧が極大値 V_{pu} から極小値 V_{pb} へ降下して第1の放電が弱められ、これに応じて放電強度 L_R もやや低下する。ここで、第1の放電が弱まり始めた瞬間から電流制限により紫外線放出量の飽和が緩和され始め、その後ノード N_1 の電圧が再び上昇するまでの期間において放電電流に対する紫外線の飽和が少なくなり、発光効率が向上する。

【0123】

次に、電源端子 V_1 から放電電流が供給され、ノード N_1 の電圧が再び上昇すると、第1の放電に続いて第2の放電が発生し、放電強度 L_R も再び上昇する。このとき、第2の放電が十分な強度すなわち第1の放電のピーク値より大きなピーク値を有しているので、次の第1の放電に必要な壁電荷が十分に蓄えられ、維持放電を安定して繰り返すことができる。

【0124】

次に、図7に示すように、ピーク間隔が 300 ns の場合、第1の放電時の極小値 V_{pb} がさらに低下して第1の放電は一旦完全に終了し、その後電源端子 V_1 から放電電流が供給されると第2の放電が発生する。このように、第1の放電と第2の放電とが分離した状態で連続して行われ、第2の放電のピーク値は、第1の放電のピーク値より大きくなる。

【0125】

この場合、第1の放電が弱まり始めた瞬間から第1の放電が停止するまで電流制限により紫外線放出量の飽和が緩和され、第1の放電による発光効率の向上効果を完全に享受することができる。また、第2の放電が十分な強度すなわち第1の放電のピーク値より大きなピーク値を有しているので、次の第1の放電に必要

な壁電荷が十分に蓄えられ、維持放電を安定して繰り返すことができる。

【0126】

次に、図8に示すように、ピーク間隔が550 nsの場合、第1の放電時の極小値 V_{pb} は図7の場合とほぼ同じ電圧まで低下して第1の放電は一旦完全に終了した後、所定期間経過後、電源端子V1から放電電流が供給されると第2の放電が発生する。このように、第1の放電と第2の放電とがより分離した状態で連続して行われ、第2の放電のピーク値は、第1の放電のピーク値とほぼ等しくなる。

【0127】

この場合、第1の放電が弱まり始めた瞬間から第1の放電が停止するまで電流制限により紫外線放出量の飽和が緩和され、第1の放電による発光効率の向上効果を完全に享受することができる。また、第2の放電が第1の放電のピーク値と等しいピーク値を有しているので、次の第1の放電に必要な壁電荷を蓄えることができ、維持放電を安定して繰り返すことができる。

【0128】

次に、図9に示すように、ピーク間隔が600 nsの場合、第1の放電時の極小値 V_{pb} は図7の場合とほぼ同じ電圧まで低下して第1の放電は一旦完全に終了した後、さらに所定期間経過後、電源端子V1から放電電流が供給されると第2の放電が発生する。このように、第1の放電と第2の放電とが分離しすぎた状態で連続して行われ、第2の放電のピーク値は、第1の放電のピーク値より小さくなる。

【0129】

この場合、第1の放電と第2の放電とが分離されすぎているため、第2の放電が発生させるときには第1の放電による放電空間のブライミング効果を十分に享受することができず、第2の放電は第1の放電より小さな放電となり、放電強度LRも低下する。また、このピーク間隔で維持放電を繰り返す場合、次の第1の放電に必要な壁電荷の形成が不十分となり、維持放電を繰り返すうちに徐々に第1および第2の放電が小さくなり、やがて放電しなくなる。

【0130】

上記の結果、第1の放電による発光効率の向上効果を得るためには、ノードN1の電圧が第1の放電により低下して第1の放電が少なくとも弱まった後に、ノードN1の電圧を再び上昇させて第2の放電を発生させることが好ましく、本実施の形態の場合は、第1の放電のピーク値と第2の放電のピーク値とのピーク間隔が100 ns以上になることが好ましい。

【0131】

また、第2の放電による維持放電の繰り返し安定性を得るためには、第1の放電により生じた荷電粒子および励起原子等によるブライミング効果が得られる間にノードN1の電圧を再び上昇させて第2の放電を発生させることが好ましく、本実施の形態の場合は、第1の放電のピーク値と第2の放電のピーク値とのピーク間隔が550 ns以下になることが好ましい。

【0132】

したがって、第1の放電のピーク値と第2の放電のピーク値とのピーク間隔は、100 ns以上550 ns以下であることが好ましく、この場合、第1の放電による発光効率の向上効果および第2の放電による維持放電の繰り返し安定性を得ることができる。また、第1の放電のピーク値と第2の放電のピーク値とのピーク間隔は、150 ns以上550 ns以下であることがより好ましく、200 ns以上500 ns以下であることがさらに好ましい。前者の場合、第1の放電による発光効率の向上効果をより高くすることができ、後者の場合、第1の放電による発光効率の向上効果をほぼ最大限に得ることができるとともに、第2の放電による維持放電の繰り返し安定性も十分に得ることができる。

【0133】

また、第1の放電のピーク値と第2の放電のピーク値とのピーク間隔は、300 ns以上550 ns以下であることがより好ましく、200 ns以上400 ns以下であることがさらに好ましい。前者の場合、第1の放電による発光効率の向上効果をほぼ最大限に得ることができ、後者の場合、第1の放電による発光効率の向上効果を最大限に得ることができるとともに、第2の放電による維持放電の繰り返し安定性もより十分に得ることができる。

【0134】

次に、上記のように連続して第1および第2の放電を発生させた場合の消費電力と輝度との関係について説明する。図10は、図1に示すプラズマディスプレイ装置の消費電力と輝度との関係を示す図である。なお、図中、白丸は本実施の形態のプラズマディスプレイ装置により連続して第1および第2の放電を行った場合の測定値を示し、黒丸は比較例として従来のように1回だけ放電させた場合の測定値を示し、横軸の消費電力(W)は、PDPの充放電電力を含む維持期間の総合的な電力であり、縦軸の輝度(cd/m^2)は、実際にPDPから発生される輝度を測定したものである。

【0135】

図10に示すように、PDP7上の点灯率が40%の場合、本実施の形態のように連続して第1および第2の放電を行う場合、従来のように1回しか放電させない場合と比較して同一消費電力で輝度が上昇していることがわかる。具体的には、連続して第1および第2の放電を行った場合に消費電力が約396(W)のとき輝度が約452(cd/m^2)となり、1回だけ放電させた場合に消費電力が約421(W)のとき輝度が約451(cd/m^2)となり、連続して第1および第2の放電を行うことにより、消費電力を約6%低減することができた。

【0136】

また、点灯率が70%の場合、図示のように、連続して第1および第2の放電を行った場合、従来のように1回しか放電させない場合に比べて大幅に輝度が上昇していることがわかる。具体的には、連続して第1および第2の放電を行った場合に消費電力が約599(W)のとき輝度が約467(cd/m^2)となり、1回だけ放電させた場合に消費電力が約685(W)のとき輝度が約445(cd/m^2)となり、消費電力を約12%低減することができた。

【0137】

このように、連続して第1および第2の放電を行う場合、点灯率により投入電力に対する発光効率が向上し、消費電力をより低減できることがわかる。一方、点灯率によっては連続して第1および第2の放電を行うと逆に発光効率が低下して消費電力が増大する場合がある。このため、以下の各実施の形態では、サブフィールドごとの点灯率に応じて放電状態を変化させ、点灯率に応じた最適な状態

で維持放電を行っている。

【0138】

次に、本発明の第2の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置について説明する。図11は、本発明の第2の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図である。

【0139】

図11に示すプラズマディスプレイ装置と図1に示すプラズマディスプレイ装置とで異なる点は、サブフィールド点灯率測定器8が付加され、サブフィールド処理器3がサブフィールドごとの点灯率に応じて維持パルスが再び立ち上がるタイミングを制御するサブフィールド処理器3'に変更された点であり、その他の点は図1に示すプラズマディスプレイ装置と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下異なる部分についてのみ詳細に説明する。

【0140】

図11に示すサブフィールド点灯率測定器8は、サブフィールドごとの画像データSPから、PDP7上で同時に駆動される放電セル14の点灯率を検出し、その結果をサブフィールド点灯率信号SLとしてサブフィールド処理器3'へ出力する。

【0141】

ここで、点灯率とは、独立に点灯／非点灯の状態に制御することができる放電空間の最小単位を放電セルと呼ぶとすると、

$$(\text{点灯率}) = (\text{同時に点灯させる放電セルの数}) / (\text{PDPの全放電セル数})$$
をいうものとする。

【0142】

具体的には、サブフィールド点灯率測定器8は、映像信号—サブフィールド対応付け器2によって生成されるサブフィールドごとの放電セルの点灯／非点灯を表す1ビット情報に分解された映像信号情報を用いてすべてのサブフィールドの点灯率を別々に計算し、その結果をサブフィールド点灯率信号SLとしてサブフィールド処理器3'へ出力する。

【0143】

例えば、サブフィールド点灯率測定器 8 は、内部にカウンタを備え、点灯／非点灯を表す 1 ビット情報に分解された映像信号情報が点灯を表す場合にカウンタの値を 1 ずつ増加させることにより点灯している放電セルの総数をサブフィールドごとに求め、これを P D P 7 のすべての放電セル数で除算して点灯率を求める。

【0144】

サブフィールド処理器 3' は、サブフィールドごとの画像データ S P およびサブフィールド点灯率信号 S L 等からデータドライバ駆動制御信号 D S、スキャンドライバ駆動制御信号 C S およびサステインドライバ駆動制御信号 U S を作成し、それぞれデータドライバ 4、スキャンドライバ 5 およびサステインドライバ 6 へ出力する。

【0145】

スキャンドライバ 5 およびサステインドライバ 6 は、後述するように、スキャンドライバ駆動制御信号 C S およびサステインドライバ駆動制御信号 U S に従い、維持期間においてサブフィールド点灯率信号 S L に応じて維持パルスが再び立ち上がるタイミングを変化させる。

【0146】

図 1 2 は、図 1 1 に示すサブフィールド処理器 3' の構成を示すブロック図である。図 1 2 に示すサブフィールド処理器 3' は、点灯率／遅延時間 L U T (ルックアップテーブル) 3 1、遅延時間決定部 3 2、基本制御信号発生器 3 3 および遅延器 3 4、3 5 を含む。

【0147】

点灯率／遅延時間 L U T 3 1 は、遅延時間決定部 3 2 と接続され、実験データに基づく点灯率と遅延時間 T d との関係をテーブル形式で記憶している。例えば、点灯率が 0 ~ 4 5 % に対して遅延時間 T d として 1 0 0 n s が記憶され、点灯率が 4 5 ~ 6 0 % に対して遅延時間として 2 0 0 n s が記憶され、点灯率が 6 0 ~ 1 0 0 % に対して遅延時間として 3 5 0 n s が記憶されている。

【0148】

ここで、遅延時間 T d とは、回収コイル L およびパネル容量 C p の共振により

定まる電圧上昇曲線に従いサステイン電極13の電位が上昇して放電が発生する放電開始電圧 V_{st} に達した時刻を原点時刻とし、この原点時刻から制御信号 S_1 がハイレベルになるまでの時間をいうものと定義する。従来は、この遅延時間 T_d が0nsとなるタイミングで制御信号 S_1 をハイレベルにして維持電圧 V_{us} を与える電源から放電電流を供給することにより無効電力の回収と安定放電との両立を図っていた。

【0149】

遅延時間決定部32は、遅延器34、35と接続され、サブフィールド点灯率測定器8から出力されるサブフィールド点灯率信号 SL に応じて対応する遅延時間 T_d を点灯率／遅延時間 LUT_{31} から読み出し、読み出した遅延時間 T_d だけ遅延動作を行うように遅延器34、35を制御する。なお、遅延時間 T_d の決定は、上記のように実験データに基づく点灯率と遅延時間 T_d との関係をテーブル形式で記憶する例に特に限定されず、点灯率と遅延時間 T_d との関係を表す近似式から点灯率に対応する遅延時間 T_d を求めるようにしてもよい。

【0150】

基本制御信号発生器33は、サステインドライバ駆動制御信号 US として制御信号 $S_1 \sim S_4$ を出力し、制御信号 S_1 、 S_3 はそれぞれ遅延器34、35へ出力され、制御信号 S_2 、 S_4 はそのままサステインドライバ6へ出力される。

【0151】

遅延器34は、遅延時間決定部32により決定された遅延時間 T_d だけ制御信号 S_1 の立ち上がりエッジを遅延させ、遅延器35は、遅延時間決定部32により決定された遅延時間 T_d だけ制御信号 S_3 の立ち下がりエッジを遅延させ、それぞれサステインドライバ6へ出力する。なお、サステインドライバ6は、制御信号 S_1 がローレベルになったときに制御信号 S_3 をローレベルにしても上記と同様に動作することができ、この場合は、遅延器35を省略することができる。

【0152】

上記の構成により、サブフィールド処理器3'は、サブフィールド点灯率測定器8により測定された点灯率に応じて遅延時間 T_d を変化させ、制御信号 S_1 がハイレベルになるタイミングおよび制御信号 S_3 がローレベルになるタイミング

を制御する。

【0153】

本実施の形態では、サブフィールド点灯率測定器8が検出手段およびサブフィールド点灯率検出手段に相当し、サブフィールド処理器3'が制御手段に相当し、その他の点は第1の実施の形態と同様である。

【0154】

なお、スキャンドライバ5についても上記と同様にサブフィールド処理器3'により制御され、同様にサブフィールドごとの点灯率に応じてスキャン電極12に印加される維持パルスが再び立ち上がるタイミングが制御される。

【0155】

図13～図16は、遅延時間 T_d が0 ns、100 ns、200 ns、350 nsの場合における図11に示すサステインドライバ6の維持期間の動作を示すタイミング図である。図13～図16には、維持パルスの維持周期が6 μ sの場合における、図3のノードN1の電圧、PDP7の放電強度LR、およびトランジスタQ1～Q4に入力される制御信号S1～S4が示される。

【0156】

なお、図13～図16に示す各タイミング図では、制御信号S1がハイレベルに変化するタイミング（制御信号S3がローレベルに変化するタイミング）が異なる点を除き、図4に示すタイミング図と同様であるので、以下異なる点についてのみ詳細に説明する。

【0157】

まず、図13に示すように、遅延時間 T_d が0 nsの場合、期間TAにおいて、回収コイルLおよびパネル容量CpによるLC共振により、ノードN1の電圧が接地電位Vgから滑らかに上昇し、放電開始電圧Vstを超えると維持放電が発生する。このとき、制御信号S1がハイレベルになり、ノードN1の電圧が電源端子V1から供給される維持電圧Vsusまで上昇し、従来と同様に電源から放電電流が供給される放電が1回行われ、放電強度LRが1回上昇する。すなわち、図13に示す遅延時間 T_d が0 nsの場合は、従来と同様に電源から放電電流が供給され、1回の放電を行う場合を示している。

【0158】

次に、図14に示すように、遅延時間 T_d が 100 ns の場合、期間 T_A において回収コイル L およびパネル容量 C_P による LC 共振により、ノード N_1 の電圧が接地電位 V_g から滑らかに上昇し、放電開始電圧 V_{st} を超えると第1の放電が開始され、放電強度 L_R が上昇し始める。

【0159】

その後、第1の放電がある程度大きくなり、必要とされる放電電流が回収コンデンサ C_1 と回収コイル L で構成される回路の電流供給能力を越えると、ノード N_1 の電圧が極大値 V_{pu} から極小値 V_{pb} へ降下して第1の放電が弱められ、これに応じて放電強度 L_R も低下する。ここで、第1の放電が弱まり始めた瞬間から電流制限により紫外線放出量の飽和が緩和され始め、その後ノード N_1 の電圧が再び上昇するまでの期間において放電電流に対する紫外線の飽和が少なくなり、発光効率が向上する。

【0160】

次に、図13に示すタイミングから制御信号 S_1 がハイレベルになるタイミングを 100 ns 遅延させてトランジスタ Q_1 をオンすると、電源端子 V_1 から放電電流が供給され、ノード N_1 の電圧が再び上昇し、第1の放電に続いて第2の放電が発生し、放電強度 L_R も再び上昇する。

【0161】

このとき、第2の放電が十分な強度すなわち第1の放電のピーク値より大きなピーク値を有しているので、次の第1の放電に必要な壁電荷が十分に蓄えられ、維持放電を安定して繰り返すことができる。

【0162】

次に、図15に示すように、遅延時間 T_d が 200 ns の場合、図14と同様に第1および第2の放電が連続して行われるが、回収コンデンサ C_1 から第1の放電に必要な電荷が供給される期間がより長くなる。このため、十分な電荷を供給することができない期間が長くなり、ノード N_1 の極小値 V_{pb} がさらに降下して第1の放電がより弱まり、放電強度 L_R もより低下する。このとき、放電電流に対する紫外線の飽和はより少なくなり、かつその期間が長くなり、より発光

効率が向上する。

【0163】

次に、図13に示すタイミングから制御信号S1がハイレベルになるタイミングを200ns遅延させてトランジスタQ1をオンすると、電源端子V1から放電に必要な電荷が供給されて第2の放電が発生し、再び放電強度LRが上昇する。このように、遅延時間Tdが100nsから200nsに変化すると、ノードN1の極小値Vpbがさらに低下し、第1の放電と第2の放電がより分離した状態となり、第1の放電により発光効率がより向上される。

【0164】

次に、図16に示すように、遅延時間Tdが350nsの場合、第1の放電時の極小値Vpbがさらに低下して第1の放電は一旦完全に終了し、その後制御信号S1がハイレベルになり電源端子V1から放電電流が供給されると第2の放電が発生する。このように、第1の放電と第2の放電とが分離しすぎた状態で連続して行われ、第2の放電のピーク値は、第1の放電のピーク値より小さくなる。

【0165】

この場合、第1の放電と第2の放電とが分離されすぎているため、第2の放電を起こすときに放電空間のブライミング効果を十分に享受することができず、第2の放電は第1の放電より小さな放電となり、放電強度LRも低下する。また、この遅延時間Tdで維持放電を繰り返す場合、次の第1の放電に必要な壁電荷の形成が不十分となり、維持放電を繰り返すうちに徐々に第1および第2の放電が小さくなり、やがて放電しなくなる場合がある。

【0166】

次に、上記の各遅延時間における消費電力と点灯率との関係について説明する。図17は、図11に示すプラズマディスプレイ装置の各遅延時間における効率評価値と点灯率との関係を示す図である。

【0167】

なお、図中、黒丸は遅延時間Tdが0nsの場合を示し、白丸は遅延時間Tdが100nsの場合を示し、黒四角は遅延時間Tdが200nsの場合を示し、白三角は遅延時間Tdが350nsの場合を示している。また、図の縦軸の効率

評価値は、それぞれの点灯率における遅延時間 0 ns（輝度／消費電力（PDP の充放電電力を含む））を効率の基準とし、この値で各遅延時間における（輝度／消費電力（PDP の充放電電力を含む））の値を除算して正規化した値である。すなわちこの効率評価値が大きいほど同じ輝度で比較した消費電力が小さくなることを示している。また、図の横軸はサブフィールドごとの点灯率（％）である。

【0168】

図 17 に示すように、点灯率が 0～25％の範囲では遅延時間が 0 ns の場合が最も消費電力が低く、点灯率が 25～45％の範囲では遅延時間が 100 ns の場合が最も消費電力が低く、点灯率が 45～60％の範囲および 85～100％の範囲では遅延時間が 200 ns の場合が最も消費電力が低く、点灯率が 60～85％の範囲では遅延時間が 350 ns の場合が最も消費電力が低くなっている。

【0169】

このように、点灯率が所定値以上になった場合、遅延時間の増加とともに消費電力が低減されるが、遅延時間が増加しすぎると効率評価値が低下し、逆に消費電力が増加することがわかる。

【0170】

図 18 は、図 17 に示す各遅延時間における効率評価値と点灯率との関係を基にサブフィールド処理器 3' により遅延時間 T_d を点灯率に応じて制御した場合の効率評価値と点灯率との関係を示す図である。

【0171】

図 18 に示す実線は、点灯率が 0～45％の場合に遅延時間 T_d を 100 ns に設定し、点灯率が 45～60％の場合に遅延時間 T_d を 200 ns に設定し、点灯率が 60～100％の場合に遅延時間 T_d を 350 ns に設定したときの効率評価値と点灯率との関係を示している。

【0172】

すなわち、第 1 および第 2 の放電を行うとともに、遅延時間 T_d を点灯率に応じて増加させた場合を示している。この場合、点灯率が 0～20％では効率評価

値が1より小さくなり、従来より発光効率が低下しているが、他の点灯率では十分に発光効率が向上しており、全体的には消費電力を低減することができる。

【0173】

次に、図18の一点鎖線で示す部分は、点灯率が0～25%のとき遅延時間 T_d を0nsに設定した場合の効率評価値と点灯率との関係を示している。すなわち、点灯率が所定値、例えば25%以上の場合に第1および第2の放電を発生させ、点灯率が所定値（25%）未満の場合、従来と同様に電源端子V1から放電電流を供給して1回の放電を行わせる場合を示している。この場合、点灯率が0～25%の場合に効率評価値が1となり、消費電力をより低減することができる。

【0174】

次に、図18の二点鎖線で示す部分は、点灯率が85～100%のとき遅延時間 T_d を200nsに設定した場合の効率評価値と点灯率との関係を示している。すなわち、点灯率が所定値、例えば85%以上の場合に遅延時間 T_d を減少させる場合を示している。この場合、点灯率が85～100%に対して効率評価値がさらに向上しており、消費電力をさらに低減することができる。

【0175】

このように、維持パルス P_{su} が再び立ち上がるタイミングすなわち制御信号S1がハイレベルになるタイミングを点灯率に応じて制御する場合、PDPの点灯率と消費電力との特性に応じて種々の制御を行うことができ、点灯率の増加に応じて遅延時間 T_d を順次増大させたり、点灯率が所定値以上になるまで従来と同様に一回の放電を行い、所定値以上になったときに第1および第2の放電を発生させたり、点灯率の増加に応じて遅延時間 T_d を増大させた後、点灯率がさらに増加して所定値以上になった場合に遅延時間 T_d を短縮する等の種々の制御を行うことができる。

【0176】

なお、遅延時間を所定値以上に増加させると、放電が不安定になる場合があるが、この場合、外部から回収コンデンサC1へ電荷を供給したり、維持期間の維持パルスの周波数を低くすることにより、安定に連続して放電を行わせることが

できる。

【0177】

また、従来と同様に放電を一回だけ発生させる場合は発光効率が向上せず輝度も変化しないが、急激に放電が一回だけの状態から第1および第2の放電の状態に変化させた場合、発光効率が急激に変化してPDP7上の輝度も急激に変化し、視覚的に違和感を与える可能性があるが、サブフィールドごとの点灯率が大きくなるに従い、制御信号S1がハイレベルになるタイミングが順次遅くなるように制御し、1回の放電から第1および第2の放電へ次第に変化させることにより、輝度を順次上昇させ、視覚的な違和感がないようにすることができる。

【0178】

また、視覚的違和感がないように1回の放電から第1および第2の放電へ切り換える制御として、上述した制御の他に、信号処理で映像信号レベルを変化させることにより、1回の放電で得られる輝度と第1および第2の放電で得られる輝度との差を目立たなくして切り換える制御も同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0179】

上記のように、本実施の形態では、維持パルスの立ち上がり時に第1および第2の放電を連続して発生させることにより、投入電力に対する発光効率を向上させ、消費電力を低減することができる。また、サブフィールドごとの点灯率に応じて維持パルスが再び立ち上がるタイミングを制御しているので、発光効率を次第に向上させ、視覚的に違和感のない状態で消費電力を低減することができる。

【0180】

なお、1つの発光から2つの発光に切り換わるサブフィールドの点灯率は、総合的に消費電力を低減することができ、視覚的に違和感がないものであれば、特に限定されない。

【0181】

次に、図1または図11に示すプラズマディスプレイ装置に適用される他のサステインドライバについて説明する。図19は、図1または図11に示すサステインドライバの他の構成を示す回路図である。図19に示すサステインドライバ

6' と図 3 に示すサステインドライバ 6 とで異なる点は、ノード N 2 とノード N 1 との間に回収コイル L L およびダイオード D D が直列に付加された点であり、その他の点は図 3 に示すサステインドライバ 6 と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下詳細な説明を省略する。なお、図 1 9 に示すサステインドライバ 6' を図 1 に示すプラズマディスプレイ装置に適用する場合、スキャンドライバ 5 も以下と同様に変更される。

【0182】

図 1 9 に示すサステインドライバ 6' では、ノード N 2 とノード N 1 との間に回収コイル L L およびダイオード D D が直列に接続され、回収コイル L と回収コイル L L とが並列に接続される。従って、ノード N 1 からノード N 2 へ電流が流れる場合、回収コイル L, L L がともに L C 共振動作に寄与し、ノード N 2 からノード N 1 へ電流が流れる場合、ダイオード D D により回収コイル L L に流れる電流が制限され、回収コイル L のみが L C 共振動作に寄与する。

【0183】

図 2 0 は、図 1 9 に示すサステインドライバ 6' の維持期間の動作を示すタイミング図である。図 2 0 に示すタイミング図と図 4 に示すタイミング図とで異なる点は、期間 T B が延長され、これに応じて期間 T C が短縮された点であり、その他の点は図 4 に示すタイミング図と同様であるので、異なる点についてのみ以下詳細に説明する。

【0184】

期間 T A において、ダイオード D D により回収コンデンサ C 1 から回収コイル L L に流れる電流が制限され、回収コンデンサ C 1 からの電流は回収コイル L のみを流れる。したがって、回収コイル L のみが L C 共振動作に寄与し、維持パルス P s u の立ち上がり波形は、図 3 に示すサステインドライバ 6 と同様の波形となり、期間 T C が短縮された期間だけ、期間 T B において維持パルス P s u が電圧 V s u s に保持される期間が延長される。

【0185】

次に、期間 T C において、回収コイル L L に流れる電流はダイオード D D により制限されず、回収コイル L, L L がともに L C 共振動作に寄与する。したがっ

て、回収コイル L のインダクタンス値より小さい回収コイル L 、 LL の合成インダクタンス値により LC 共振が発生し、 LC 共振の周期が短くなり、維持パルス P_{su} が短期間で急峻に降下する。

【0186】

上記のように、期間 TC を短縮して短縮した期間だけ期間 TB を延長することにより、維持パルス P_{su} が電圧 V_{sus} に保持される期間を延長することができる。したがって、第2の放電後に壁電荷を形成する期間を十分に確保することができ、壁電荷を安定に形成することができる。この結果、維持期間における点灯安定性を向上することができる。

【0187】

次に、本発明の第3の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置について説明する。図21は、本発明の第3の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図である。

【0188】

図21に示すプラズマディスプレイ装置と図11に示すプラズマディスプレイ装置とで異なる点は、サブフィールド処理器3'が維持期間において第1および第2の放電に続いて第3の放電を発生させるようにスキャンドライバ5aおよびサステインドライバ6aを制御するサブフィールド処理器3aに変更され、サブフィールドごとの点灯率に応じて維持パルスの電圧を制御する電圧制御回路9が付加された点であり、その他の点は図1に示すプラズマディスプレイ装置と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下異なる部分についてのみ詳細に説明する。

【0189】

図21に示すサブフィールド処理器3aは、図11に示すサブフィールド処理器3'の通常の動作に加え、サブフィールドごとの画像データ SP およびサブフィールド点灯率信号 SL 等から、維持期間において第1および第2の放電に続いて第3の放電を発生させるためのスキャンドライバ駆動制御信号 CS およびサステインドライバ駆動制御信号 US を作成し、それぞれスキャンドライバ5aおよびサステインドライバ6aへ出力する。

【0190】

電圧制御回路9は、サブフィールド点灯率測定器8から出力されるサブフィールド点灯率信号SLを受け、サブフィールドごとの点灯率に応じて維持パルスの電圧を制御するための電圧制御信号VC、VUをスキャンドライバ5aおよびサステインドライバ6aへそれぞれ出力する。

【0191】

次に、図21に示すサステインドライバ6aについて詳細に説明する。図22は、図21に示すサステインドライバ6aの構成を示す回路図である。なお、本実施の形態のスキャンドライバ5aも、サステインドライバ6aと同様に構成され、同様に動作するので、スキャンドライバ5aに関する詳細な説明を省略し、サステインドライバ6aについてののみ、以下詳細に説明する。

【0192】

図22に示すサステインドライバ6aと図3に示すサステインドライバ6とで異なる点は、トランジスタQ5、Q6、ダイオードD3、コイルL1、コンデンサC2および可変電圧源VRが付加された点であり、その他の点は図3に示すサステインドライバ6と同様であるので同一部分には同一符号を付し、以下異なる点についてののみ詳細に説明する。

【0193】

図22に示すように、コンデンサC2は、ノードN4と接地端子との間に接続される。トランジスタQ5、ダイオードD3およびコイルL1はノードN4とノードN1との間に直列に接続される。トランジスタQ6の一端はノードN4に接続され、他端は可変電圧源VRの一端に接続される。トランジスタQ5のゲートには、制御信号S5が入力され、トランジスタQ6のゲートには、制御信号S6が入力される。可変電圧源VRの他端は、接地端子に接続され、電圧制御回路9から出力される電圧制御信号VUに応じて出力電圧を変化させる。

【0194】

本実施の形態では、スキャンドライバ5aおよびサステインドライバ6aが第1～第3の駆動手段および最終駆動手段に相当し、サブフィールド処理器3aが制御手段に相当し、コンデンサC2が第2の容量性素子に相当し、可変電圧源V

Rが電圧源および可変電圧源に相当し、電圧制御回路9が電圧制御手段に相当し、コンデンサC2、コイルL1、トランジスタQ5、Q6、ダイオードD3および可変電圧源VRが第2の駆動手段に相当し、トランジスタQ1、電流制限素子ILおよび電源端子V1が第3の駆動手段に相当し、その他の点は第2の実施の形態と同様である。

【0195】

図23は、図22に示すサステインドライバ6aの維持期間の動作を示すタイミング図である。図23には、図22のノードN1の電圧、PDP7の放電強度LRおよびトランジスタQ1～Q6に入力される制御信号S1～S6が示される。なお、制御信号S1～S6は、サステインドライバ駆動制御信号USとしてサブフィールド処理器3aから出力される信号である。

【0196】

まず、期間TAにおいて、制御信号S2、S6がローレベルになりトランジスタQ2、Q6がオフし、制御信号S3がハイレベルになりトランジスタQ3がオンする。このとき、制御信号S1はローレベルにありトランジスタQ1はオフし、制御信号S4はローレベルにありトランジスタQ4はオフし、制御信号S5はローレベルにありトランジスタQ5はオフしている。したがって、回収コンデンサC1がトランジスタQ3およびダイオードD1を介して回収コイルLに接続され、回収コイルLおよびパネル容量CpによるLC共振により、ノードN1の電圧が接地電位Vgから滑らかに上昇する。このとき、回収コンデンサC1の電荷がトランジスタQ3、ダイオードD1および回収コイルLを介してパネル容量Cpへ放出される。

【0197】

ノードN1の電圧が上昇し、維持期間における放電開始電圧を越え、放電セル14が第1の放電を開始すると、放電強度LRが上昇し始める。その後、第1の放電がある程度大きくなり、必要とされる放電電流が回収コンデンサC1と回収コイルLで構成される回路の電流供給能力を越え、ノードN1の電圧が第1の極大値Vpu1から第1の極小値Vpb1へ降下し、第1の放電が弱まりまたは停止し、これに応じて放電強度LRも低下する。

【0198】

次に、期間TBにおいて、制御信号S5がハイレベルになりトランジスタQ5がオンし、制御信号S3がローレベルになりトランジスタQ3がオフする。したがって、コンデンサC2がトランジスタQ5およびダイオードD3を介してコイルL1に接続され、コイルL1およびパネル容量CpによるLC共振により、ロードN1の電圧が再び滑らかに上昇する。このとき、コンデンサC2の電荷がトランジスタQ5、ダイオードD3およびコイルL1を介してパネル容量Cpへ放出される。

【0199】

ここで、コンデンサC2の電圧は、後述するように、期間TEにおいてトランジスタQ6がオンして可変電圧源VRにより充電され、第1の極小値Vpb1と第2の極大値Vpu2との中間の電位より高い値に設定されている。したがって、LC共振によりロードN1の電圧が第1の極小値Vpb1から第2の極大値Vpu2まで上昇する。

【0200】

ロードN1の電圧が上昇し、再び放電開始電圧を越え、放電セル14が第2の放電を開始すると、放電強度LRが上昇し始める。その後、第2の放電がある程度大きくなり、必要とされる放電電流がコンデンサC2、トランジスタQ5、ダイオードD3およびコイルL1で構成される回路の電流供給能力を越えると、ロードN1の電圧が第2の極大値Vpu2から第2の極小値Vpb2へ降下し、第2の放電が弱まりまたは停止し、これに応じて放電強度LRも低下する。

【0201】

次に、期間TCにおいて、制御信号S1がハイレベルになりトランジスタQ1がオンし、制御信号S5がローレベルになりトランジスタQ5がオフする。このとき、制御信号S1の電流は、電流制限素子ILにより制限され、トランジスタQ1のチャネルを形成するための電荷がトランジスタQ1のゲートを介して緩やかに充電される。したがって、トランジスタQ1のチャネルの開放速度が遅くなり、期間TA、TBにおける立ち上がり速度すなわち接地電位Vgから第1の極大値Vpu1に達するまでの立ち上がり速度および第1の極小値Vpb1から第

2の極大値 V_{pu2} に達するまでの立ち上がり速度より遅い立ち上がり速度でノードN1の電圧が緩やかに V_{sus} まで上昇する。したがって、維持パルス P_{su} に急峻に変化するエッジ部が形成されず、不要な電磁波の輻射が抑制される。

【0202】

このとき、ノードN1の電圧が第2の極小値 V_{pb2} から上昇し、再び放電開始電圧を越えると、放電セル14が第2の放電に続いて第3の放電を開始し、放電強度 L_R も再び上昇し始める。その後、ノードN1の電圧が V_{sus} に保持されると、従来と同様に第3の放電が停止し、これに応じて放電強度 L_R も低下する。

【0203】

次に、期間TDにおいて、制御信号S1がローレベルになりトランジスタQ1がオフし、制御信号S4がハイレベルになりトランジスタQ4がオンする。したがって、回収コンデンサC1がダイオードD2およびトランジスタQ4を介して回収コイルLに接続され、回収コイルLおよびパネル容量 C_p によるLC共振により、ノードN1の電圧が緩やかに降下する。このとき、パネル容量 C_p に蓄えられた電荷は、回収コイルL、ダイオードD2およびトランジスタQ4を介して回収コンデンサC1に蓄えられ、電荷が回収される。

【0204】

次に、期間TEにおいて、制御信号S2、S6がハイレベルになりトランジスタQ2、Q6がオンし、制御信号S4がローレベルになりトランジスタQ4がオフする。したがって、ノードN1が接地端子に接続され、ノードN1の電圧が降下し、接地電位 V_g に固定される。また、可変電圧源VRがノードN4を介してコンデンサC2に接続され、コンデンサC2が第1の極小値 V_{pb1} と第2の極大値 V_{pu2} との中間の電位より高い電圧まで充電される。

【0205】

上記の動作を維持期間において繰り返し行うことにより接地電位 V_g から電圧 V_{sus} に立ち上がるときに、連続して第1～第3の放電を発生させる周期的な維持パルス P_{su} を複数のサステイン電極13に印加することができる。なお、上記と同様にして、スキャン電極12にも、スキンドライバ5aにより上記の

維持パルス P_{su} と同様の波形を有し、 180° 位相のずれた維持パルスが周期的に印加される。

【0206】

次に、サブフィールドごとの点灯率に応じて維持パルスの波形を制御する動作について説明する。なお、以下の説明では、サブフィールド処理器 3a によりサステインドライバ 6a が制御され、維持パルス P_{su} の波形を制御する動作について説明するが、スキャンドライバ 5a についても以下と同様にしてサブフィールド処理器 3a により制御され、同様にサブフィールドごとの点灯率に応じてスキャン電極 12 に印加される維持パルスの波形が制御される。

【0207】

サブフィールド処理器 3a は、サブフィールド点灯率測定器 8 により測定された点灯率が、所定値より小さい場合には、従来と同様に放電が 1 回だけ行われる。すなわち、回収コイル L およびパネル容量 C_p の共振により維持パルスの電圧が上昇されて維持電圧 V_{sus} を与える電源から放電電流を供給する放電が一回行われ、所定値以上の場合に第 1～第 3 の放電が発生する。このとき、点灯率が大きくなるに従い、各放電がより分離した状態で発生するように、サブフィールド点灯率信号 SL に応じて維持パルス P_{su} が再び立ち上がるタイミング、すなわち制御信号 $S5$ 、 $S1$ がハイレベルになるタイミング（および制御信号 $S3$ 、 $S5$ がローレベルになるタイミング）を順次変化させ、サステインドライバ 6a を制御している。

【0208】

例えば、あるサブフィールドにおいて点灯率が所定値より小さい場合、制御信号 $S5$ 、 $S1$ がハイレベルになるタイミングを早くし、または、制御信号 $S5$ を常にローレベルにし、すなわち、本実施の形態における第 2 の駆動手段を動作しない状態にした上で、制御信号 $S1$ がハイレベルになるタイミングを早くし、回収コイル L およびパネル容量 C_p の共振により維持パルスの電圧が上昇されて維持電圧 V_{sus} を与える電源から放電電流を供給する放電が一回行われ、従来と同様に放電を一回だけ発生させる。一方、点灯率が大きくなると、制御信号 $S5$ 、 $S1$ がハイレベルになるタイミングが順次遅くされ、第 1 の放電が弱まりまた

は停止した後、第2の放電を発生させ、さらに、第2の放電が弱まりまたは停止した後、第3の放電を発生させる。

【0209】

したがって、本実施の形態でも、第2の実施の形態と同様に、サブフィールドごとの点灯率が大きくなるに従い、制御信号S5，S1がハイレベルになるタイミングが順次遅くなるように制御され、1回の放電から第1ないし第3の放電へ次第に変化させることにより、輝度を順次上昇させ、視覚的な違和感がないようにしている。なお、視覚的違和感がないように1回の放電から第1ないし第3の放電へ切り換える制御として、制御信号S5，S1がハイレベルになるタイミングを順次遅くしていくという上述した制御の他に、1回の放電で得られる輝度と第1ないし第3の放電で得られる輝度との差を、信号処理で映像信号レベルを変化させることにより目立たなくして切り換える制御も同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0210】

なお、1回の放電から第1ないし第3の放電に切り換わるサブフィールドの点灯率は、総合的に消費電力を低減することができ、視覚的に違和感がないものであれば、特に限定されず、本実施の形態では、例えば、点灯率が25%以上の場合に、1回の放電から第1ないし第3の放電へ変化するよう制御信号S5，S1がハイレベルになるタイミングを設定している。

【0211】

次に、サブフィールドごとの点灯率に応じて維持パルスの電圧を制御する動作について説明する。なお、以下の説明では、電圧制御回路9によりサステインドライバ6aが制御され、維持パルスP_{su}の電圧を制御する動作について説明するが、スキヤンドライバ5aについても以下と同様にして電圧制御回路9により制御され、同様にサブフィールドごとの点灯率に応じてスキャン電極12に印加される維持パルスの電圧が制御される。

【0212】

点灯率が大きくなると、必要な放電電流が増加してロードN1の電圧低下が大きくなり、第1の極小値V_{pb1}が低下し、点灯率が小さくなると、必要な放電

電流が減少してロードN1の電圧低下が小さくなり、第1の極小値 V_{pb1} が上昇する。一方、コイルL1およびパネル容量CpによるLC共振によりロードN1の電圧を第2の極大値 V_{pu2} まで上昇させるためには、ロードN4の電圧を第1の極小値 V_{pb1} と第2の極大値 V_{pu2} の中間の電位より高くしなければならない。

【0213】

したがって、第2の放電が安定に行えるようにもとの第2の極大値 V_{pu2} までロードN1の電圧を上昇させるためには、点灯率が大きくなり、第1の極小値 V_{pb1} が ΔV だけ低下した場合、ロードN4の電圧を $\Delta V/2$ だけ低下させ、点灯率が小さくなり、第1の極小値 V_{pb1} が ΔV だけ上昇した場合、ロードN4の電圧を $\Delta V/2$ だけ上昇させる必要がある。このため、本実施の形態では、第2の放電を安定に行うため、以下のようにして、点灯率に応じて維持パルス P_{su} の電圧を制御している。

【0214】

電圧制御回路9は、サブフィールド点灯率測定器8により測定された点灯率が所定値以上になり、第1～第3の放電を発生させる場合、点灯率が大きくなるほど可変電圧源VRの出力電圧が小さくなるように、サブフィールド点灯率信号SLに応じてサステインドライバ6aの可変電圧源VRを制御している。

【0215】

例えば、あるサブフィールドにおいて、点灯率が大きくなり第1の極小値 V_{pb1} が小さくなると、電圧制御回路9は、点灯率が大きくなるほど可変電圧源VRの出力電圧が小さくなるように電圧制御信号VUを可変電圧源VRへ出力する。このとき、可変電圧源VRは、電圧制御信号VUに応じて出力電圧を低下させ、ロードN4の電圧を低下させる。したがって、第1の極小値 V_{pb1} が小さくなっても、もとの第2の極大値 V_{pu2} までロードN1の電圧を上昇させることができ、連続して第2の放電を安定に行うことが可能となる。

【0216】

一方、点灯率が小さくなると、これに応じて可変電圧源VRの出力電圧を上昇させるための電圧制御信号VUが出力され、ロードN4の電圧が上昇する。した

がって、第1の極小値 V_{pb1} が大きくなっても、もとの第2の極大値 V_{pu2} にロード $N1$ の電圧を上昇させることができ、連続して第2の放電を安定に行うことが可能となる。

【0217】

上記のように、本実施の形態では、維持パルスの立ち上がり時に第1～第3の放電を連続して発生させることにより、投入電力に対する発光効率を向上させ、消費電力を低減することができる。また、サブフィールドごとの点灯率に応じて維持パルスが再び立ち上がるタイミングを制御しているので、発光効率を次第に向上させ、視覚的に違和感のない状態で消費電力を低減することができる。さらに、サブフィールドごとの点灯率に応じて維持パルスの電圧を制御しているので、簡略な回路構成により第2の放電を安定に行うことができる。

【0218】

なお、上記の説明では、連続して第1ないし第3の放電を行う場合について説明したが、連続放電回数は上記の例に特に限定されず、それ以上の回数による連続放電を行ってもよい。この場合、図22に示すコンデンサ $C2$ 、トランジスタ $Q5$ 、 $Q6$ 、ダイオード $D3$ 、可変電圧源 VR およびコイル $L1$ から構成される駆動回路を各放電用に順次付加することにより、上記と同様に連続して放電を行うことができる。

【0219】

また、連続して放電を行わせる場合、本発明では、維持パルスの最後の放電を行わせる部分の波形が以下のように構成される。図24は、複数回の LC 共振により順次維持パルスの電圧を上昇させ、最終的に電圧 V_{sus} まで上昇させるときの維持パルス P_{su} の波形を示す図である。

【0220】

図24に示すように、維持パルス P_{su} は、第1ステップで期間 $\Delta t1$ の間に電圧 $\Delta V1$ だけ上昇してその後降下し、次のステップで期間 $\Delta t2$ の間に電圧 $\Delta V2$ にだけ上昇し、このように順次 LC 共振により上昇し、最後に期間 Δtn の間に電圧 ΔVn だけ上昇し、接地電位 Vg から電圧 V_{sus} まで上昇する。このとき、各ステップでの維持パルス P_{su} の立ち上がり速度 $\Delta V1/\Delta t1$ 、 ΔV

$2/\Delta t_2$ 、…、 $\Delta V_{n-1}/\Delta t_{n-1}$ に対して、最終ステップでの立ち上がり速度 $\Delta V_n/\Delta t_n$ が最も小さくなるように、電流制限素子 I_L によりトランジスタ Q_1 のゲートに入力される制御信号 S_1 の電流値が制限される。

【0221】

このように、維持パルス P_{su} の各ステップでの上昇波形は、 LC 共振による複数の滑らかなオーバーシュート波形により構成され、最終的に電源端子 V_1 の電圧 V_{sus} に達する場合も緩やかに上昇させることができる。したがって、従来のように急峻に変化するエッジ部を形成することはなく、不要な電磁波の輻射を抑制することができる。

【0222】

次に、本発明の第4の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置について説明する。図25は、本発明の第4の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図である。

【0223】

図25に示すプラズマディスプレイ装置と図21に示すプラズマディスプレイ装置とで異なる点は、電圧制御回路9が電圧制御回路9aに変更され、極小値検出器10a、10bが付加された点であり、その他の点は図21に示すプラズマディスプレイ装置と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下異なる部分についてのみ詳細に説明する。

【0224】

図25に示す極小値検出器10aは、各スキャン電極12の維持期間における維持パルスの極小値を検出し、その結果を極小値信号 MC として電圧制御回路9aへ出力する。極小値検出器10bは、サステイン電極13の維持期間における維持パルスの極小値を検出し、その結果を極小値信号 MU として電圧制御回路9aへ出力する。

【0225】

電圧制御回路9aは、極小値信号 MC 、 MU に応じて、スキンドライバ5aの可変電圧源の出力電圧を制御するための電圧制御信号 VC およびサステインドライバ6aの可変電圧源 VR の出力電圧を制御するための電圧制御信号 VU をス

キャンドライバ5 aおよびサステインドライバ6 aへそれぞれ出力する。以降のスキャンドライバ5 aおよびサステインドライバ6 aの動作およびサブフィールドごとの点灯率に応じた維持パルスの波形の制御動作は、第3の実施の形態と同様であるので、詳細な説明は省略する。

【0226】

本実施の形態では、電圧制御回路9 aが電圧制御手段に相当し、極小値検出器10 a, 10 bが電位検出手段に相当し、その他の点は第3の実施の形態と同様である。

【0227】

次に、サブフィールドごとの点灯率に応じて維持パルスの電圧を制御する動作について説明する。なお、以下の説明では、電圧制御回路9 aによりサステインドライバ6 aが制御され、維持パルスP s uの電圧を制御する動作について説明するが、スキャンドライバ5 aについても以下と同様にして電圧制御回路9 aにより制御され、極小値検出器10 aにより検出された各スキャン電極1 2の維持期間における維持パルスの第1の極小値に応じてスキャン電極1 2に印加される維持パルスの電圧が制御される。

【0228】

電圧制御回路9 aは、極小値検出器10 bより検出された第1の極小値V p b 1が小さくなるほど可変電圧源V Rの出力電圧が小さくなるように、極小値信号M Uに応じてサステインドライバ6 aの可変電圧源V Rを制御している。

【0229】

例えば、あるサブフィールドにおいて、点灯率が大きくなり第1の極小値V p b 1が小さくなると、電圧制御回路9 aは、第1の極小値V p b 1が小さくなるほど可変電圧源V Rの出力電圧が小さくなるように、具体的には、第1の極小値V p b 1が ΔV だけ低下した場合に出力電圧が $\Delta V / 2$ だけ低下するように電圧制御信号V Uを可変電圧源V Rへ出力する。このとき、可変電圧源V Rは、電圧制御信号V Uに応じて出力電圧を低下させ、ロードN 4の電圧を低下させる。したがって、第1の極小値V p b 1が小さくなっても、もとの第2の極大値V p u 2までロードN 1の電圧を上昇させることができ、連続して第2の放電を安定に

行うことが可能となる。

【0230】

一方、点灯率が小さくなり第1の極小値 V_{pb1} が大きくなると、電圧制御回路9aは、第1の極小値 V_{pb1} が大きくなるほど可変電圧源VRの出力電圧が大きくなるように、具体的には、第1の極小値 V_{pb1} が ΔV だけ上昇した場合に出力電圧が $\Delta V/2$ だけ上昇するように電圧制御信号VUを可変電圧源VRへ出力する。このとき、可変電圧源VRは、電圧制御信号VUに応じて出力電圧を上昇させ、ロードN4の電圧を上昇させる。したがって、第1の極小値 V_{pb1} が大きくなっても、もとの第2の極大値 V_{pu2} までロードN1の電圧を上昇させることができ、連続して第2の放電を安定に行うことが可能となる。

【0231】

上記のように、本実施の形態でも、第3の実施の形態と同様の効果を得ることができるとともに、維持パルスの第1の極小値を直接検出しているので、第2の極大値をより高精度に調整することができ、第2の放電をより安定に行うことができる。

【0232】

次に、本発明の第5の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置について説明する。図26は、本発明の第5の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図である。

【0233】

図26に示すプラズマディスプレイ装置と図11に示すプラズマディスプレイ装置とで異なる点は、サブフィールド処理器3'がサブフィールド点灯率信号に応じてスキンドライバ5およびサステインドライバ6から出力される維持パルスが再び立ち上がるタイミングを切り換えるとともに切り換え前後でPDP7上での輝度が等しくなるように維持パルスのパルス数を変化させるようにスキンドライバ5およびサステインドライバ6を制御するサブフィールド処理器3bに変更された点であり、その他の点は図11に示すプラズマディスプレイ装置と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下異なる部分についてのみ詳細に説明する。

【0234】

図26に示すサブフィールド処理器3bは、図11に示すサブフィールド処理器3'の通常の動作に加え、維持パルスを再び増大させるタイミングを切り換えた場合に切り換え前後で輝度が等しくなるように維持パルスのパルス数を増減するためのスキンドライバ駆動制御信号CSおよびサステインドライバ駆動制御信号USを作製し、それぞれスキンドライバ5およびサステインドライバ6へ出力する。

【0235】

図27は、図26に示すサブフィールド処理器3bの構成を示すブロック図である。図27に示すサブフィールド処理器3bと図12に示すサブフィールド処理器3'とで異なる点は、遅延時間／乗算係数LUT36、乗算係数決定部37およびパルス数計算部38が付加された点であり、その他の点は図12に示すサブフィールド処理器3'と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下詳細な説明を省略する。

【0236】

図27に示す遅延時間／乗算係数LUT36は、乗算係数決定部37と接続され、実験データに基づく遅延時間Tdと乗算係数との関係をテーブル形式で記憶している。例えば、遅延時間Tdが100nsに対して乗算係数として1が記憶され、遅延時間Tdが200nsに対して乗算係数として431／439が記憶されている。

【0237】

乗算係数決定部37は、遅延時間決定部32およびパルス数計算部38と接続され、遅延時間決定部32により決定された遅延時間Tdに応じて対応する乗算係数を遅延時間／乗算係数LUT36から読み出し、読み出した乗算係数をパルス数計算部38へ出力する。なお、乗算係数の決定は、上記のように実験データに基づく遅延時間Tdと乗算係数との関係をテーブル形式で記憶する例に特に限定されず、遅延時間Tdと乗算係数との関係を表す近似式から遅延時間に対応する乗算係数を求めるようにしてもよい。

【0238】

パルス数計算部 38 は、基本制御信号発生器 33 と接続され、乗算係数決定部 37 により決定された乗算係数を基準となる維持パルス数に乗算して調整した維持パルス数を基本制御信号発生器 33 へ出力する。

【0239】

基本制御信号発生器 33 は、サステインドライバ 6 が調整された維持パルス数で維持パルスを出力するように、サステインドライバ駆動制御信号 US として制御信号 S1 ～ S4 を出力する。

【0240】

上記の構成により、サブフィールド処理器 3b は、サブフィールド点灯率測定器 8 により測定された点灯率に応じて遅延時間 T_d を変化させ、制御信号 S1 がハイレベルになるタイミングおよび制御信号 S3 がローレベルになるタイミングを制御するとともに、サステインドライバ 6 から出力される維持パルス数を制御する。

【0241】

なお、スキャンドライバ 5 についても上記と同様にサブフィールド処理器 3b により制御され、同様にサブフィールドごとの点灯率に応じてスキャン電極 12 に印加される維持パルスの波形および数が制御される。

【0242】

本実施の形態では、サブフィールド処理器 3b が制御手段に相当し、その他の点は第 2 の実施の形態と同様である。

【0243】

図 17 に示すような特性を有する PDP を用い、例えば、点灯率が 25 ～ 45 % の場合に遅延時間 T_d を 100 ns に設定し、45 ～ 60 % の場合に遅延時間 T_d を 200 ns に設定すると、点灯率 45 % を境に輝度が 431 cd/m^2 から 439 cd/m^2 へ変化し、 8 cd/m^2 だけ輝度が変化する。

【0244】

このような輝度変化を補正するため、サブフィールド処理器 3b は、遅延時間の切り換えと同時に切り換え後の維持パルスのパルス数を $431/439$ 倍に補正する。例えば、維持パルス数が 100 パルスの場合、98 ($\cong 100 \times 431$

／439) パルスに変更し、維持パルス数が150パルスの場合、147 ($\div 150 \times 431 / 439$) パルスに変更する。

【0245】

このようにパルス数を補正することにより、遅延時間の切り換え前後で輝度が等しくなり、視覚的な違和感を与えることなく、遅延時間すなわち維持パルスが再び立ち上がるタイミングを切り換えることができる。

【0246】

また、上記のように切り換え前後で輝度が異なる場合、一度に大きく遅延時間を変化せずに、小刻みに遅延時間を切り換え、輝度が略連続するように変化させるようにしてもよい。

【0247】

例えば、上記のように、点灯率が25～45%の場合に遅延時間 T_d を100 nsに設定し、映像信号の連続性を利用し、その後点灯率が1%増加することに遅延時間 T_d を10 nsだけ順次増加させ、点灯率が55%の場合に遅延時間が200 nsとなるようにしてもよい。この場合、遅延時間の切り換え前後の輝度の変化は、2.4 ($= (455 - 431) / 10$) cd/m² と微小なものとなり、視覚的な違和感を与えることなく、遅延時間すなわち維持パルスが再び立ち上がるタイミングを点灯率に応じて制御することができる。

【0248】

次に、PDP上のすべての放電セルが第1および第2の放電により点灯する完全点灯電圧と点灯率との関係について説明する。図28は、完全点灯電圧と点灯率との関係を示す図である。なお、図28では、42インチのPDPを用いて遅延時間 T_d が350 nsで回収コイルLのインダクタンス値が0.36 μ Hの場合における完全点灯電圧(V)と点灯率(%)との関係を示し、黒丸は維持周期が6 μ sの場合を示し、黒四角は維持周期が7 μ sの場合を示し、黒菱形は維持周期が8 μ sの場合を示している。

【0249】

図28に示すように、維持周期が長くなるに従い、完全点灯電圧が低下していくことがわかる。実用的な電圧、例えば185 VでPDPを駆動する場合、維持

周期が $6\ \mu\text{s}$ の場合、点灯率が80%を越えると、PDPの放電セルに点灯しない放電セルが発生し、安定な維持放電を行うことができない。また、維持周期が $7\ \mu\text{s}$ の場合、すべての点灯率に対してすべての放電セルを点灯させることができるが、PDPのばらつき等を考慮すると、十分なマージンを確保することができない。

【0250】

一方、維持周期が $8\ \mu\text{s}$ の場合、十分なマージンを確保しながら、すべての点灯率に対してすべての放電セルに第1および第2の放電を発生させ、安定に点灯させることができる。このように、点灯率に応じて維持周期を変化させることにより、第1および第2の放電を行う場合の維持放電の安定性を確保することができ、以下その実施の形態について説明する。

【0251】

次に、本発明の第6の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置について説明する。図29は、本発明の第6の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図である。

【0252】

図29に示すプラズマディスプレイ装置と図11に示すプラズマディスプレイ装置とで異なる点は、サブフィールド処理器3'がサブフィールド処理器3cに変更された点であり、その他の点は図11に示すプラズマディスプレイ装置と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下異なる部分についてのみ詳細に説明する。

【0253】

図29に示すサブフィールド処理器3cは、図11に示すサブフィールド処理器3'の通常の動作に加え、サブフィールド点灯率測定器8から出力されるサブフィールド点灯率信号SLに応じて維持周期を変化させるためのスキャンドライバ駆動制御信号CSおよびサステインドライバ駆動制御信号USを作製し、それぞれスキャンドライバ5およびサステインドライバ6へ出力する。

【0254】

図30は、図29に示すサブフィールド処理器3cの構成を示すブロック図で

ある。図 30 に示すサブフィールド処理器 3c と図 12 に示すサブフィールド処理器 3' とで異なる点は、点灯率／維持周期 LUT 39 および維持周期決定部 40 が付加された点であり、その他の点は図 12 に示すサブフィールド処理器 3' と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下詳細な説明を省略する。

【0255】

図 30 に示す点灯率／維持周期 LUT 39 は、維持周期決定部 40 と接続され、実験データに基づく点灯率と維持周期との関係をテーブル形式で記憶している。例えば、80%未満の点灯率に対して維持周期として $6\mu s$ が記憶され、80%以上の点灯率に対して維持周期として $8\mu s$ が記憶されている。

【0256】

維持周期決定部 40 は、基本制御信号発生器 33 と接続され、サブフィールド点灯率測定器 8 から出力されるサブフィールド点灯率信号 SL に応じて対応する維持周期を点灯率／維持周期 LUT 39 から読み出し、読み出した維持周期を基本制御信号発生器 33 へ出力する。なお、維持周期の決定は、上記のように実験データに基づく点灯率と維持周期との関係をテーブル形式で記憶する例に特に限定されず、点灯率と維持周期との関係を表す近似式、例えば、60%以下の点灯率に対する維持周期を $6\mu s$ に固定し、100%の点灯率に対する維持周期を $8\mu s$ に固定し、点灯率が 60% から 100% までの間を一次式で近似して点灯率に対応する維持周期を求めるようにしてもよい。

【0257】

基本制御信号発生器 33 は、サステインドライバ 6 が維持周期決定部 40 により決定された維持周期で維持パルスを出力するように、サステインドライバ駆動制御信号 US として制御信号 S1～S4 を出力する。

【0258】

上記の構成により、サブフィールド処理器 3c は、サブフィールド点灯率測定器 8 により測定された点灯率に応じて遅延時間 Td を変化させ、制御信号 S1 がハイレベルになるタイミングおよび制御信号 S3 がローレベルになるタイミングを制御するとともに、サステインドライバ 6 から出力される維持パルスの維持周期を制御する。

【0259】

なお、スキヤンドライバ5についても上記と同様にサブフィールド処理器3cにより制御され、同様にサブフィールドごとの点灯率に応じてスキャン電極12に印加される維持パルスの波形および周期が制御される。

【0260】

本実施の形態では、サブフィールド処理器3cが制御手段に相当し、その他の点は第2の実施の形態と同様である。

【0261】

図31は、遅延時間 T_d が350nsで維持周期が8 μ sの場合における図29に示すサステインドライバ6の維持期間の動作を示すタイミング図である。図31には、図3のノードN1の電圧、PDP7の放電強度LR、およびトランジスタQ1～Q4に入力される制御信号S1～S4が示される。

【0262】

図31に示すように、遅延時間 T_d が350nsで維持周期が8 μ sの場合、図16と同様に第1および第2の放電が連続して行われるが、維持周期が長くなっているため、第2の放電による壁電圧形成が十分に行われるようになるので半周期後の第1の放電および第2の放電がより確実なものになる。その結果、第2の放電は第1の放電のブライミング効果を十分に享受できるようになり、第2の放電が十分な強度すなわち第1の放電のピーク値より大きなピーク値を有するようになり、維持放電を安定して繰り返すことができる。

【0263】

図32は、図29に示すプラズマディスプレイ装置において維持周期が6 μ sおよび8 μ sの場合の効率評価値と点灯率との関係を示す図である。なお、図中、白三角は維持周期が6 μ sの場合を示し、黒三角は維持周期が8 μ sの場合を示しており、遅延時間はともに350nsである。

【0264】

図32に示すように、点灯率が80～100%の範囲で維持周期が8 μ sの場合の方が維持周期が6 μ sの場合よりも効率評価値が高くなっている。このように、点灯率が所定値以上になった場合、維持周期を長くすることにより同じ輝度

を表示したときの消費電力を低減することができることがわかる。

【0265】

図33は、図32に示す効率評価値と点灯率との関係を基にサブフィールド処理器3cにより点灯率が80%以上になったときに維持周期を $6\mu s$ から $8\mu s$ へ切り換えた場合の効率評価値と点灯率との関係を示す図である。

【0266】

図33に示す実線は、図18を用いて説明した点灯率に応じた遅延時間の制御のうち、最も消費電力を低減した場合の効率評価値と点灯率との関係、すなわち、点灯率が0~25%のとき遅延時間 T_d を0nsに設定し、点灯率が25~45%のとき遅延時間 T_d を100nsに設定し、点灯率が45~60%のとき遅延時間 T_d を200nsに設定し、点灯率が60~85%のとき遅延時間 T_d を350nsに設定し、点灯率が85~100%のとき遅延時間 T_d を200nsに設定するとともに、すべての点灯率に対して維持周期を $6\mu s$ に設定した場合の効率評価値と点灯率との関係を示している。

【0267】

次に、図33の一点鎖線で示す部分は、点灯率が80~100%のとき遅延時間 T_d を350nsに変更するとともに、維持周期を $8\mu s$ に変更した場合の効率評価値と点灯率との関係を示している。すなわち、点灯率が所定値、例えば80%以上の場合に維持周期を長くする場合を示している。この場合、点灯率が80~100%の範囲で効率評価値がさらに増加し、消費電力をより低減することができる。

【0268】

次に、本発明の第7の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置について説明する。図34は、本発明の第7の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図である。

【0269】

図34に示すプラズマディスプレイ装置と図29に示すプラズマディスプレイ装置とで異なる点は、サブフィールド処理器3cがサブフィールド処理器3dに変更された点であり、その他の点は図29に示すプラズマディスプレイ装置と同

様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下異なる部分についてのみ詳細に説明する。

【0270】

図34に示すサブフィールド処理器3dは、図29に示すサブフィールド処理器3cの通常の動作に加え、維持周期を切り換えた場合に切り換え前後で輝度が等しくなるように維持パルスのパルス数を増減するためのスキンドライバ駆動制御信号CSおよびサステインドライバ駆動制御信号USを作製し、それぞれスキンドライバ5およびサステインドライバ6へ出力する。

【0271】

図35は、図34に示すサブフィールド処理器3dの構成を示すブロック図である。図35に示すサブフィールド処理器3dと図30に示すサブフィールド処理器3cとで異なる点は、維持周期／乗算係数LUT41、乗算係数決定部42およびパルス数計算部43が付加された点であり、その他の点は図30に示すサブフィールド処理器3cと同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下詳細な説明を省略する。

【0272】

図35に示す維持周期／乗算係数LUT41は、乗算係数決定部42と接続され、実験データに基づく維持周期と乗算係数との関係をテーブル形式で記憶している。例えば、維持周期が $6\mu s$ に対して乗算係数として1が記憶され、維持周期が $7\mu s$ に対して乗算係数として $1/1.006$ が記憶され、維持周期が $8\mu s$ に対して乗算係数として $1/1.012$ が記憶されている。

【0273】

乗算係数決定部42は、維持周期決定部40およびパルス数計算部43と接続され、維持周期決定部40により決定された維持周期に応じて対応する乗算係数を維持周期／乗算係数LUT41から読み出し、読み出した乗算係数をパルス数計算部43へ出力する。なお、乗算係数の決定は、上記のように実験データに基づく維持周期と乗算係数との関係をテーブル形式で記憶する例に特に限定されず、維持周期と乗算係数との関係を表す近似式から維持周期に対応する乗算係数を求めるようにしてもよい。

【0274】

パルス数計算部43は、基本制御信号発生器33と接続され、乗算係数決定部42により決定された乗算係数を基準となる維持パルス数に乗算して調整した維持パルス数を基本制御信号発生器33へ出力する。

【0275】

基本制御信号発生器33は、サステインドライバ6が調整された維持パルス数で維持パルスを出力するように、サステインドライバ駆動制御信号USとして制御信号S1～S4を出力する。

【0276】

上記の構成により、サブフィールド処理器3dは、サブフィールド点灯率測定器8により測定された点灯率に応じて遅延時間Tdおよび維持周期を制御するとともに、サステインドライバ6から出力される維持パルス数を制御する。

【0277】

なお、スキャンドライバ5についても上記と同様にサブフィールド処理器3dにより制御され、同様にサブフィールドごとの点灯率に応じてスキャン電極12に印加される維持パルスの波形、周期および数が制御される。

【0278】

本実施の形態では、サブフィールド処理器3dが制御手段に相当し、その他の点は第2の実施の形態と同様である。

【0279】

図17に示すような特性を有するPDPを用いた場合、例えば、維持周期が1 μ s長くなると、輝度が0.6%上昇する。このような輝度変化を補正するため、サブフィールド処理器3dは、維持周期の切り換えと同時に切り換え後の維持パルスのパルス数を補正する。例えば、維持周期が6 μ sから8 μ sへ切り換えられると、維持パルス数が100パルスの場合、99($\equiv 100 - 100 \times 0.012$)パルスに変更し、維持パルス数が150パルスの場合、148($\equiv 150 - 150 \times 0.012$)パルスに変更する。

【0280】

このようにパルス数を補正することにより、維持周期の切り換え前後で輝度が

等しくなり、視覚的な違和感を与えることなく、遅延時間 T_d および維持周期を切り換えることができる。なお、上記の説明では、維持周期の切り換えを 1 回行う場合について説明したが、維持周期の切り換えを複数回行う場合も、各切り換え時に上記と同様の制御を行うことにより、同様の効果を得ることができる。

【0281】

また、上記のように切り換え前後で輝度が異なる場合、一度に大きく周期を変化させずに、小刻みに周期を切り換え、輝度が略連続するように変化させるようにしてもよい。

【0282】

例えば、点灯率 80 % を境に $6 \mu s$ から $8 \mu s$ に切り換える代わりに、映像信号の連続性を利用して点灯率が 1 % 増加することに維持周期を $0.1 \mu s$ だけ伸ばす制御を行うようにしてもよい。この場合、周期の切り換え前後の輝度の変化は $0.06 (= 1.2 / 20) \%$ と微小なものとなり、視覚的な違和感を与えることなく、点灯率に応じて遅延時間 T_d および維持周期を切り換えることができる。

【0283】

次に、本発明の第 8 の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置について説明する。図 36 は、本発明の第 8 の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図である。

【0284】

図 36 に示すプラズマディスプレイ装置と図 11 に示すプラズマディスプレイ装置とで異なる点は、サブフィールドごとの点灯率に応じてスキンドライバ 5 b およびサステインドライバ 6 b のインダクタンス値を変化させるインダクタンス制御回路 15 が付加された点であり、その他の点は図 11 に示すプラズマディスプレイ装置と同様であるので、同一部分には同一符号を付し、以下異なる部分についてのみ詳細に説明する。

【0285】

図 36 に示すインダクタンス制御回路 15 は、サブフィールド点灯率測定器 8 から出力されるサブフィールド点灯率信号 SL を受け、サブフィールドごとの点

灯率に応じてLC共振に寄与するインダクタンス値を制御するためのインダクタンス制御信号LC、LUをスキンドライバ5bおよびサステインドライバ6bへそれぞれ出力する。

【0286】

図37は、図36に示すインダクタンス制御回路15の構成を示すブロック図である。図37に示すインダクタンス制御回路15は、点灯率／インダクタンスLUT151およびインダクタンス決定部152を含む。

【0287】

点灯率／インダクタンスLUT151は、インダクタンス決定部152と接続され、実験データに基づく点灯率とLC共振に寄与するインダクタンス値との関係をテーブル形式で記憶している。例えば、点灯率が65～100%に対してインダクタンス値として0.36μHが記憶され、点灯率が0～65%に対してインダクタンス値として0.6μHが記憶されている。

【0288】

インダクタンス決定部152は、サブフィールド点灯率測定器8から出力されるサブフィールド点灯率信号SLに応じて対応するインダクタンス値を点灯率／インダクタンスLUT151から読み出し、読み出したインダクタンス値をインダクタンス制御信号LC、LUとしてスキンドライバ5bおよびサステインドライバ6bへそれぞれ出力する。なお、インダクタンス値の決定は、上記のように実験データに基づく点灯率とインダクタンス値との関係をテーブル形式で記憶する例に特に限定されず、点灯率とインダクタンス値との関係を表す近似式から点灯率に対応するインダクタンス値を求めるようにしてもよい。

【0289】

上記の構成により、インダクタンス制御回路15は、サブフィールド点灯率測定器8により測定された点灯率に応じてスキンドライバ5bおよびサステインドライバ6bのLC共振に寄与するインダクタンス値を制御する。

【0290】

次に、図36に示すサステインドライバ6bについて詳細に説明する。図38は、図36に示すサステインドライバ6bの構成を示す回路図である。なお、本

実施の形態のスキンドライバ5 bもサステインドライバ6 bと同様に構成され、同様に動作するので、スキンドライバ5 bに関する詳細な説明を省略し、サステインドライバ6 bについてののみ、以下詳細に説明する。

【0291】

図38に示すサステインドライバ6 bと図3に示すサステインドライバ6とで異なる点は、回収コイルLがインダクタンス制御信号LUに応じてインダクタンス値を変化させる可変インダクタンス部VLに変更された点であり、その他の点は図3に示すサステインドライバ6と同様であるので同一部分に同一符号を付し、以下異なる点についてののみ詳細に説明する。

【0292】

図38に示す可変インダクタンス部VLは、ロードN2とロードN1との間に接続され、インダクタンス制御回路15から出力されるインダクタンス制御信号LUに応じてインダクタンス値を変化させる。

【0293】

本実施の形態では、スキンドライバ5 bおよびサステインドライバ6 bが第1および第2の駆動手段ならびに最終駆動手段に相当し、可変インダクタンス部VL、回収コンデンサC1、トランジスタQ3およびダイオードD1が第1の駆動手段に相当し、インダクタンス制御回路15がインダクタンス制御手段に相当し、可変インダクタンス部VLがインダクタンス手段および可変インダクタンス手段に相当し、その他の点は第2の実施の形態と同様である。

【0294】

図39は、図38に示す可変インダクタンス部VLの構成を示す回路図である。図39に示す可変インダクタンス部VLは、回収コイルLB、LS、トランジスタQLを含む。

【0295】

回収コイルLBは、ロードN2とロードN1との間に接続され、回収コイルLSおよびトランジスタQLがロードN2とロードN1との間に直列に接続され、回収コイルLBと回収コイルLSとが並列に接続される。トランジスタQLのゲートにはインダクタンス制御信号LUが入力される。

【0296】

ここで、回収コイルLBのインダクタンス値が $0.6\mu\text{H}$ であり、回収コイルLSのインダクタンス値が $0.9\mu\text{H}$ である場合、回収コイルLB、LSの合成インダクタンス値は $0.36\mu\text{H}$ となる。また、インダクタンス値が $0.6\mu\text{H}$ の場合の各遅延時間における点灯率と効率評価値との関係は図40に示すようになり、インダクタンス値が $0.36\mu\text{H}$ の場合の各遅延時間Tdにおける点灯率と効率評価値との関係は図17および図32（図32は、図17の遅延時間が 350ns のものについて、一部の点灯率の範囲において周期を変化させた場合の関係）に示したものとなる。

【0297】

なお、図40中、各記号が表わす遅延時間Tdは図17と同様であり、それぞれの点灯率における各遅延時間Tdの効率評価値は、図17に示した相対する点灯率の遅延時間が 0ns の場合すなわちインダクタンス値が $0.36\mu\text{H}$ での相対する点灯率の遅延時間 0ns の効率評価値を基準とし、この値で除算して正規化してある。この効率評価値が大きいほど消費電力が小さくなることを示している。

【0298】

図40と図17とを比較すると、インダクタンス値が大きい図40の方が消費電力がより低減されていることがわかる。したがって、上記の各実施の形態のように、遅延時間Tdを制御するだけでなくLC共振に寄与するインダクタンス値を変化させることでも消費電力を低減できる。

【0299】

図41は、図40に示す効率評価値と点灯率との関係を基にインダクタンス制御回路15により点灯率が65%以上になったときにインダクタンス値を $0.6\mu\text{H}$ から $0.36\mu\text{H}$ へ切り換えた場合の効率評価値と点灯率との関係を示す図である。

【0300】

図41に示す実線は、図33を用いて説明した点灯率に応じた維持周期の制御のうち、最も消費電力を低減した場合の効率評価値と点灯率との関係、すなわち

点灯率が0～25%のとき遅延時間 T_d を0 nsに設定し、点灯率が25～45%のとき遅延時間 T_d を100 nsに設定し、点灯率が45～60%のとき遅延時間 T_d を200 nsに設定し、点灯率が60～100%のとき遅延時間 T_d を350 nsに設定するとともに、点灯率が0～80%のとき維持周期を6 μ sに設定し、点灯率が80～100%のとき維持周期を8 μ sに設定した場合の効率評価値と点灯率との関係を示している。

【0301】

次に、図41の一点鎖線で示す部分は、インダクタンス値を0.6 μ Hに設定した上で、点灯率0～30%に対して遅延時間を0 nsにし、点灯率30～65%に対して遅延時間を200 nsにする場合の点灯率と効率評価値との関係を示している。インダクタンス値の制御としては、点灯率が0～65%の場合にインダクタンス値を0.6 μ H、点灯率が65～100%の場合にインダクタンス値を0.36 μ Hに制御している。すなわち、点灯率が所定値、例えば6.5%以上の場合にインダクタンス値を小さくする場合を示している。この場合、点灯率が0～65%の範囲に効率評価値がさらに増加し、消費電力をより低減することができる。

【0302】

したがって、点灯率が0～65%の場合、インダクタンス制御回路15は、インダクタンス制御信号LUとしてローレベルの信号を出力し、トランジスタQLがオフされ、0.6 μ Hのインダクタンス値を有するインダクタンスLBのみがLC共振に寄与する。また、点灯率が65～100%の場合、インダクタンス制御回路15は、インダクタンス制御信号LUとしてハイレベルの信号を出力し、トランジスタQLがオンされ、0.36 μ Hのインダクタンス値を有する回収コイルLS、LBの合成インダクタンスがLC共振に寄与する。

【0303】

このように、本実施の形態では、維持パルスが再び増加するタイミングだけでなく、点灯率の増加に応じて維持パルスを立ち上げるLC共振のインダクタンス値が小さくなるように制御しているので、より消費電力を低減した状態で放電を行うことができる。なお、上記の説明では、維持パルスが再び立ち上がるタイミ

ングおよびインダクタンス値をとともに制御したが、インダクタンス値のみを制御して消費電力を低減するようにしてもよい。

【0304】

図42は、図38に示す可変インダクタンス部の他の例の構成を示す回路図である。図42に示す可変インダクタンス部は、回収コイル $L_a \sim L_d$ 、トランジスタ $Q_a \sim Q_d$ を含む。

【0305】

回収コイル L_a およびトランジスタ Q_a は並列に接続され、以降同様に回収コイル $L_b \sim L_d$ およびトランジスタ $Q_b \sim Q_d$ がそれぞれ並列に接続され、並列に接続された回収コイルおよびトランジスタがノード N_2 とノード N_1 との間に直列に接続される。

【0306】

ここで、回収コイル L_a のインダクタンス値を L_0 とすると、回収コイル L_b のインダクタンス値は $L_0 / 2$ に、回収コイル L_c のインダクタンス値は $L_0 / 4$ に、回収コイル L_d のインダクタンス値は $L_0 / 8$ にそれぞれ設定される。この場合、インダクタンス制御信号 LU としてインダクタンス制御回路15から4つのインダクタンス制御信号 $LU_1 \sim LU_4$ を出力し、トランジスタ $Q_a \sim Q_d$ のオン／オフを制御することにより、 2^4 通りのインダクタンス値を設定することができる。したがって、本例の場合、点灯率に応じてより細かくインダクタンス値を変化させ、より最適なLC共振の状態に設定することができ、消費電力をより低減することができる。

【0307】

なお、回収コイルおよびトランジスタの接続数は、上記の4つに特に限定されず、種々の接続数に変更可能である。また、可変インダクタンス部としては、上記の各例に特に限定されず、インダクタンス制御信号に応じてインダクタンス値を可変できるものであれば他の構成であってもよい。

【0308】

なお、上記の各実施の形態では、ADS方式によるサブフィールド分割を例に説明したが、アドレス・サステイン同時駆動方式によるサブフィールド分割等で

あっても同時に点灯される放電セルの点灯率を検出することにより同様の効果を得ることができる。また、上記の各実施の形態では、投入電力に対する発光効率を向上させて消費電力を低減することについて説明したが、投入電力を低下させずに同じ消費電力で発光させる場合は、発光効率の向上により輝度を上昇させ、高輝度化を達成するようにしてもよい。

【0309】

【発明の効果】

本発明によれば、第1の放電により駆動パルスの電圧が減少して第1の放電が少なくとも弱められた後に、駆動パルスの電圧を再び増加させることにより第1の放電に続けて第2の放電を発生させている。したがって、第1の放電では放電に必要な最低限の電力だけが投入されるので、第1の放電が弱まり始めた瞬間から電流制限により紫外線の飽和が緩和され、第1の放電の発光効率が向上する。この結果、点灯すべきすべての放電セルで発光効率の高い第1の放電が行われるとともにさらに第2の放電も行われ、点灯すべきすべての放電セルの発光効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図

【図2】

図1に示すプラズマディスプレイ装置に用いられるADS方式を説明するための図

【図3】

図1に示すサステインドライバの構成を示す回路図

【図4】

維持放電時に連続して第1および第2の放電を発生させる場合の図3に示すサステインドライバの維持期間の動作の一例を示すタイミング図

【図5】

図1に示すプラズマディスプレイ装置の放電強度のピーク間隔と発光効率との

関係を示す図

【図 6】

図 1 に示すプラズマディスプレイ装置の放電強度のピーク間隔が 100 ns の場合における図 3 に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 7】

図 1 に示すプラズマディスプレイ装置の放電強度のピーク間隔が 300 ns の場合における図 3 に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 8】

図 1 に示すプラズマディスプレイ装置の放電強度のピーク間隔が 550 ns の場合における図 3 に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 9】

図 1 に示すプラズマディスプレイ装置の放電強度のピーク間隔が 600 ns の場合における図 3 に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 10】

図 1 に示すプラズマディスプレイ装置の消費電力と輝度との関係を示す図

【図 11】

本発明の第 2 の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図

【図 12】

図 11 に示すサブフィールド処理器の構成を示すブロック図

【図 13】

遅延時間が 0 ns の場合における図 11 に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 14】

遅延時間が 100 ns の場合における図 11 に示すサステインドライバの維持

期間の動作を示すタイミング図

【図 15】

遅延時間が200 nsの場合における図 11に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 16】

遅延時間が350 nsの場合における図 11に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 17】

図 11に示すプラズマディスプレイ装置の各遅延時間における効率評価値と点灯率との関係を示す図

【図 18】

図 17に示す各遅延時間における効率評価値と点灯率との関係を基にサブフィールド処理器により遅延時間を点灯率に応じて制御した場合の効率評価値と点灯率との関係を示す図

【図 19】

図 1または図 11に示すサステインドライバの他の構成を示す回路図

【図 20】

図 19に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 21】

本発明の第3の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図

【図 22】

図 21に示すサステインドライバの構成を示す回路図

【図 23】

図 22に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 24】

本発明により複数回連続して放電させる場合の維持パルスの波形を示す図

【図 25】

本発明の第4の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すプロ

ック図

【図 26】

本発明の第5の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図

【図 27】

図 26 に示すサブフィールド処理器の構成を示すブロック図

【図 28】

完全点灯電圧と点灯率との関係を示す図

【図 29】

本発明の第6の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図

【図 30】

図 29 に示すサブフィールド処理器の構成を示すブロック図

【図 31】

遅延時間が 350 ns で維持周期が $8\text{ }\mu\text{ s}$ の場合における図 29 に示すサステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【図 32】

維持周期が $6\text{ }\mu\text{ s}$ および $8\text{ }\mu\text{ s}$ の場合における図 29 に示すプラズマディスプレイ装置の効率評価値と点灯率との関係を示す図

【図 33】

点灯率が 80% 以上になったときに維持周期を $6\text{ }\mu\text{ s}$ から $8\text{ }\mu\text{ s}$ へ切り換えた場合の効率評価値と点灯率との関係を示す図

【図 34】

本発明の第7の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すブロック図

【図 35】

図 34 に示すサブフィールド処理器の構成を示すブロック図

【図 36】

本発明の第8の実施の形態によるプラズマディスプレイ装置の構成を示すプロ

ック図

【図 3 7】

図 3 6 に示す インダクタンス制御回路の構成を示すブロック図

【図 3 8】

図 3 6 に示す サステインドライバの構成を示す回路図

【図 3 9】

図 3 8 に示す 可変インダクタンス部の構成を示す回路図

【図 4 0】

インダクタンス値が $0.6 \mu\text{H}$ の場合の各遅延時間における点灯率と効率評価値との関係を示す図

【図 4 1】

点灯率が 65 % 以上になったときにインダクタンス値を $0.6 \mu\text{H}$ から $0.36 \mu\text{H}$ へ切り換えた場合の効率評価値と点灯率との関係を示す図

【図 4 2】

図 3 8 に示す 可変インダクタンス部の他の例の構成を示す回路図

【図 4 3】

従来のプラズマディスプレイ装置の放電セルの駆動方法を説明するための図

【図 4 4】

従来のプラズマディスプレイ装置のサステインドライバの構成を示す回路図

【図 4 5】

図 4 4 に示す サステインドライバの維持期間の動作を示すタイミング図

【符号の説明】

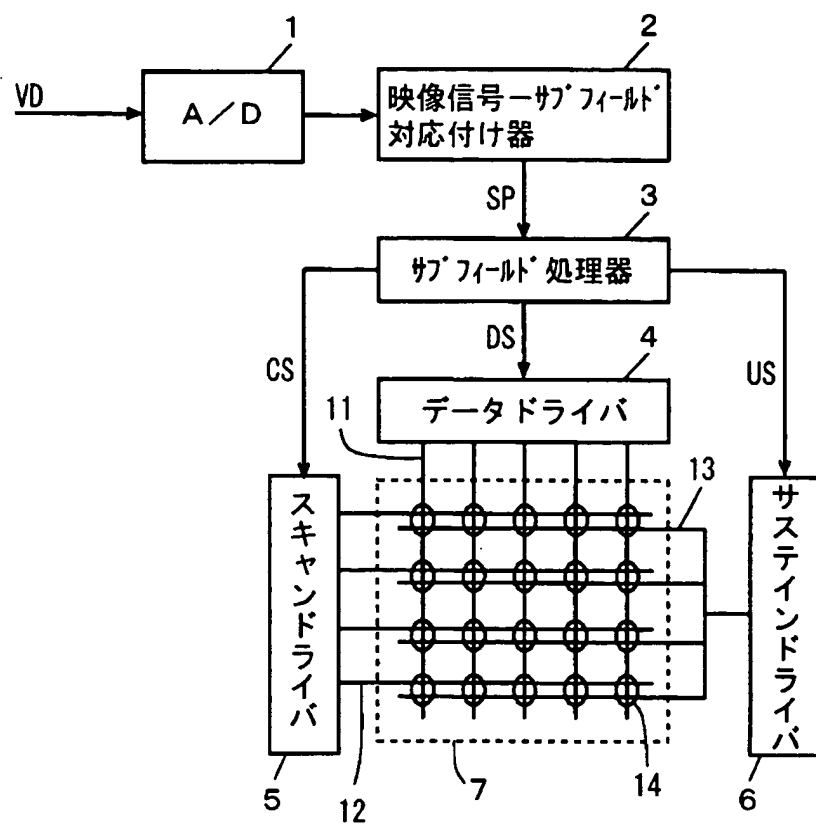
- 1 A/D コンバータ
- 2 映像信号—サブフィールド対応付け器
- 3, 3', 3a~3d サブフィールド処理器
- 4 データドライバ
- 5, 5a, 5b スキャンドライバ
- 6, 6', 6a, 6b サステインドライバ
- 7 PDP

8 サブフィールド点灯率測定器
9, 9 a 電圧制御回路
10 a, 10 b 極小値検出器
11 アドレス電極
12 スキャン電極
13 サステイン電極
14 放電セル
15 インダクタンス制御回路
31 点灯率／遅延時間 L U T
32 遅延時間決定部
33 基本制御信号発生器
34, 35 遅延器
36 遅延時間／乗算係数 L U T
37, 42 乗算係数決定部
38, 43 パルス数計算部
39 点灯率／維持周期 L U T
40 維持周期決定部
41 維持周期／乗算係数 L U T
151 点灯率／インダクタンス L U T
152 インダクタンス決定部
C1 回収コンデンサ
C2 コンデンサ
D1～D3, DD ダイオード
L, LL, LB, LS, La～Ld 回収コイル
L1 コイル
VL 可変インダクタンス部
IL 電流制限素子
Q1～Q6, QL, Qa～Qd FET
VR 可変電圧源

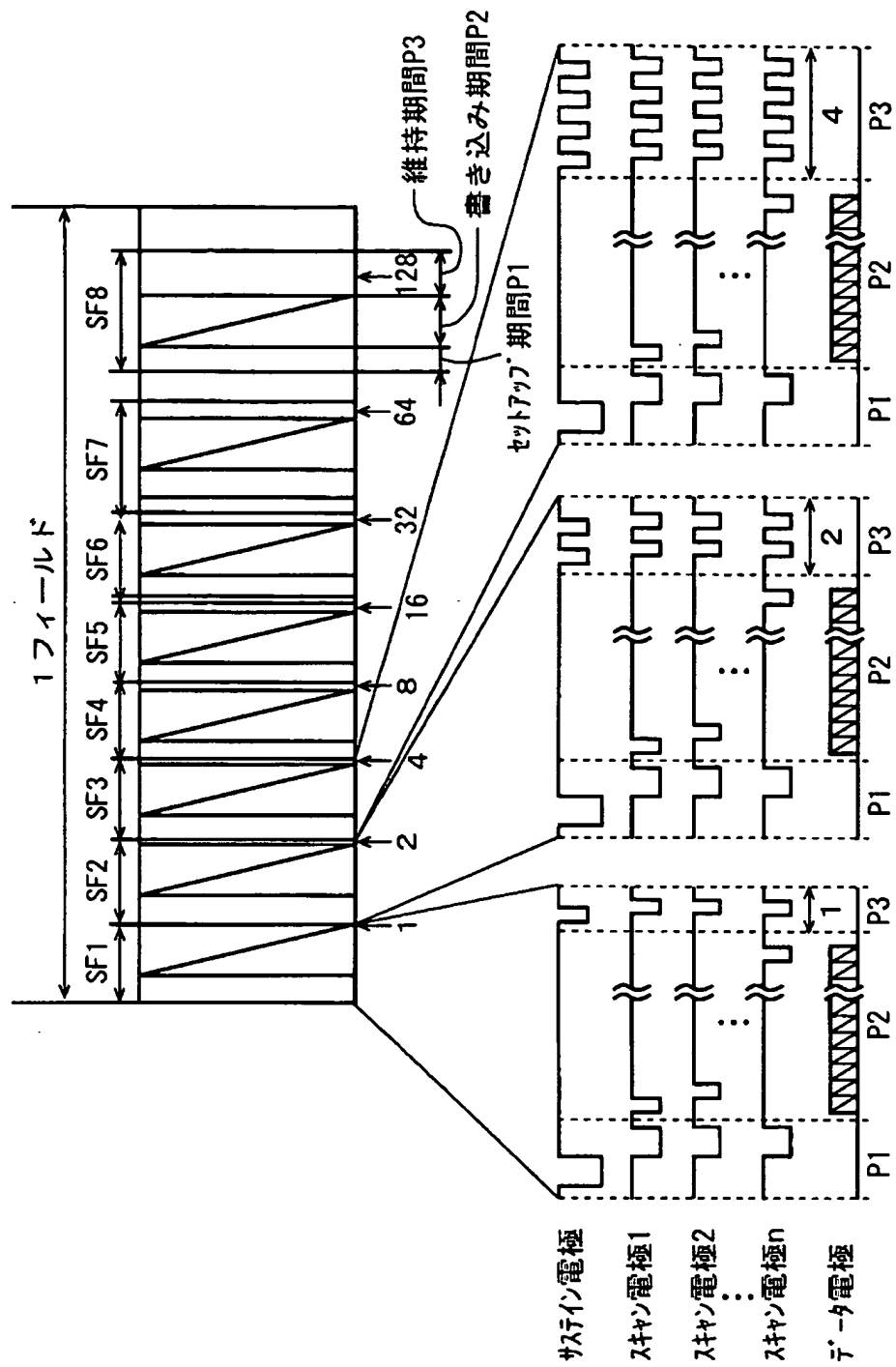
【書類名】

図面

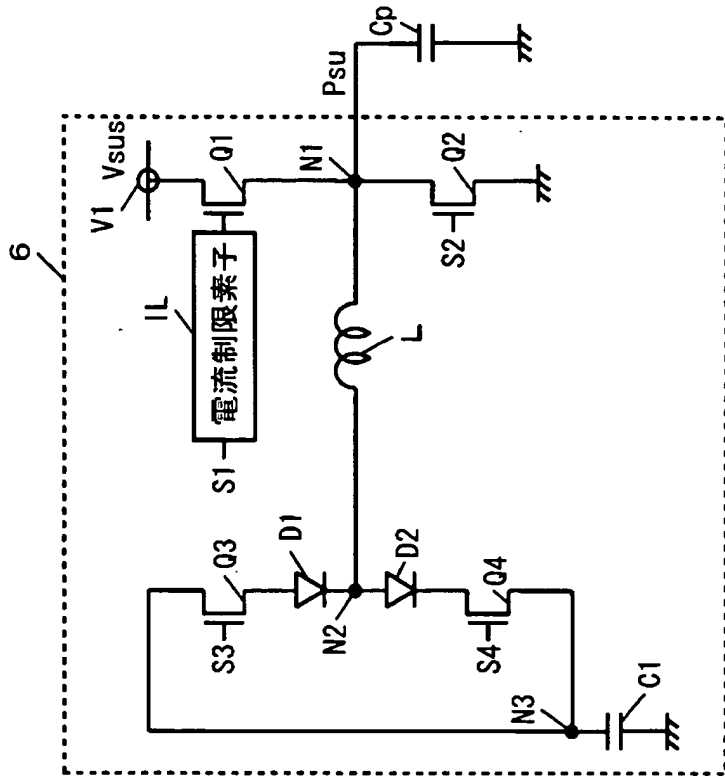
【図 1】



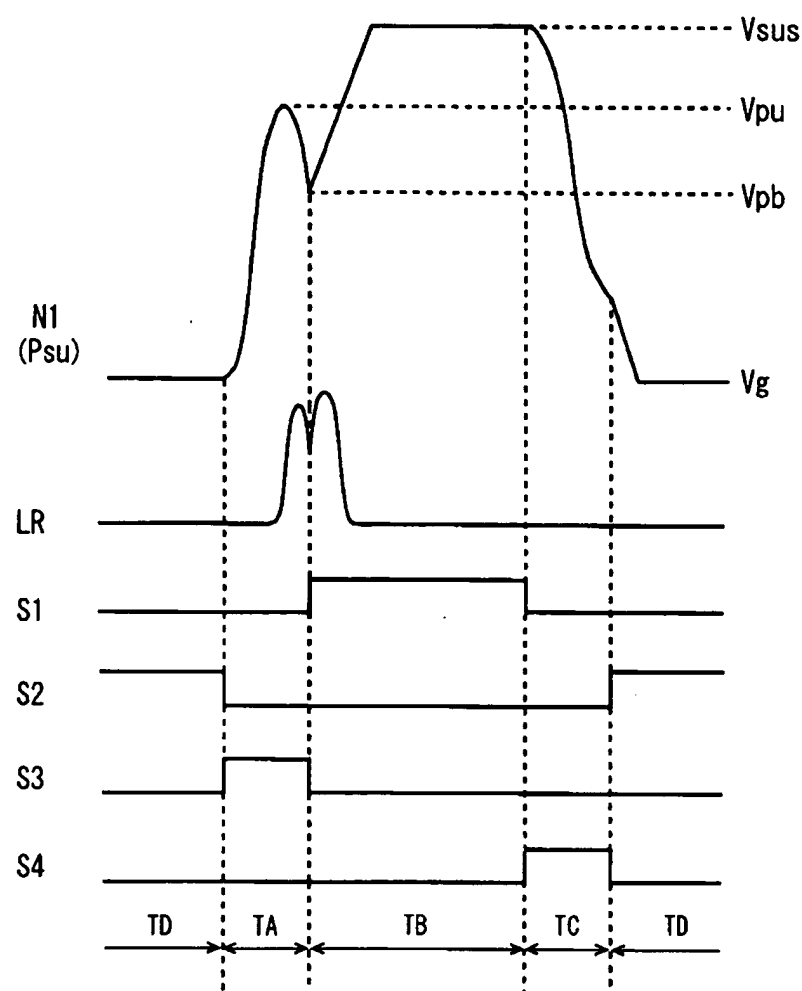
【図 2】



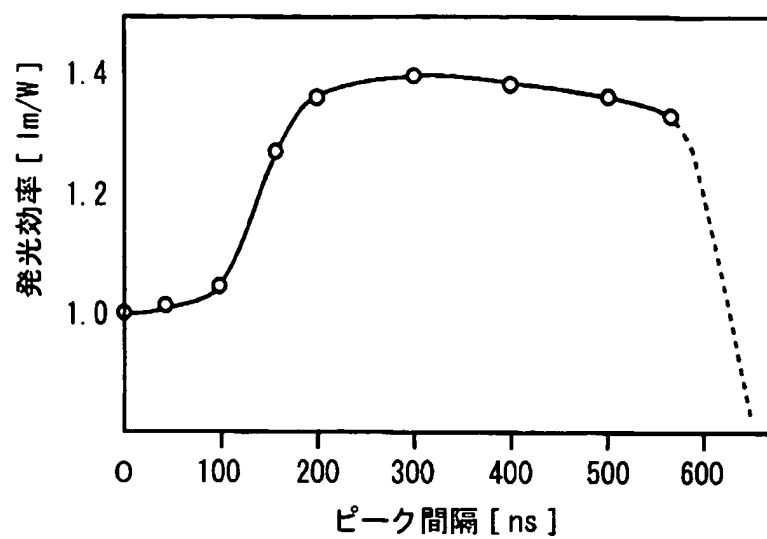
【図 3】



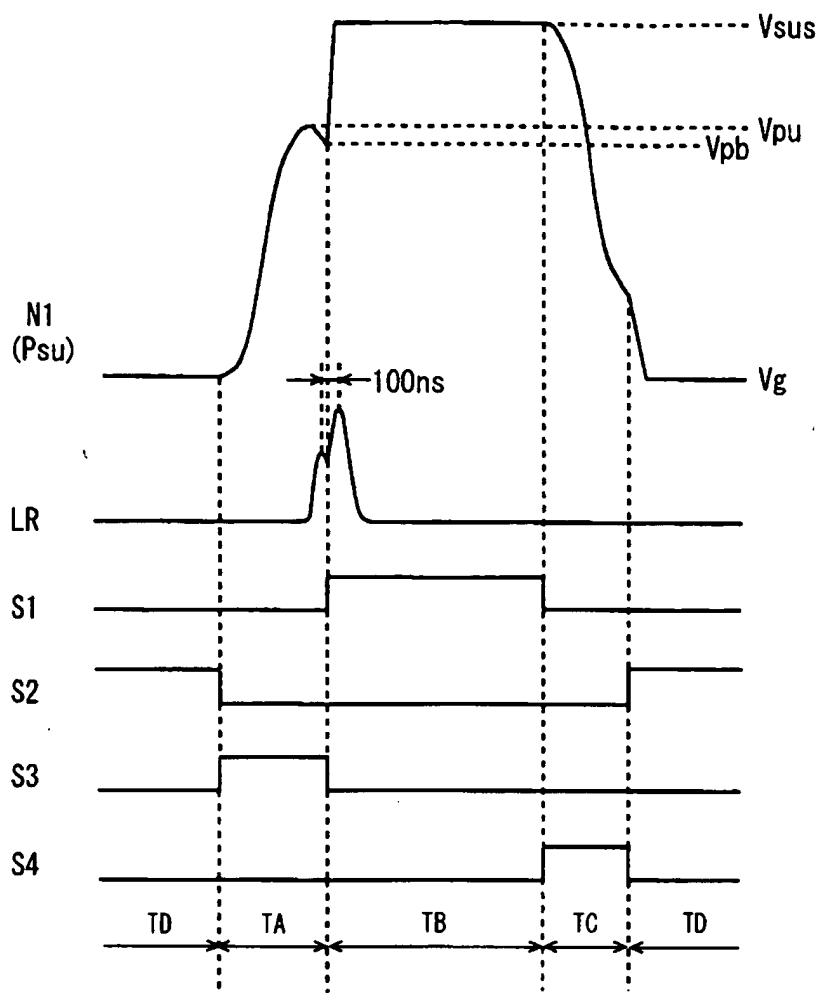
【 図 4 】



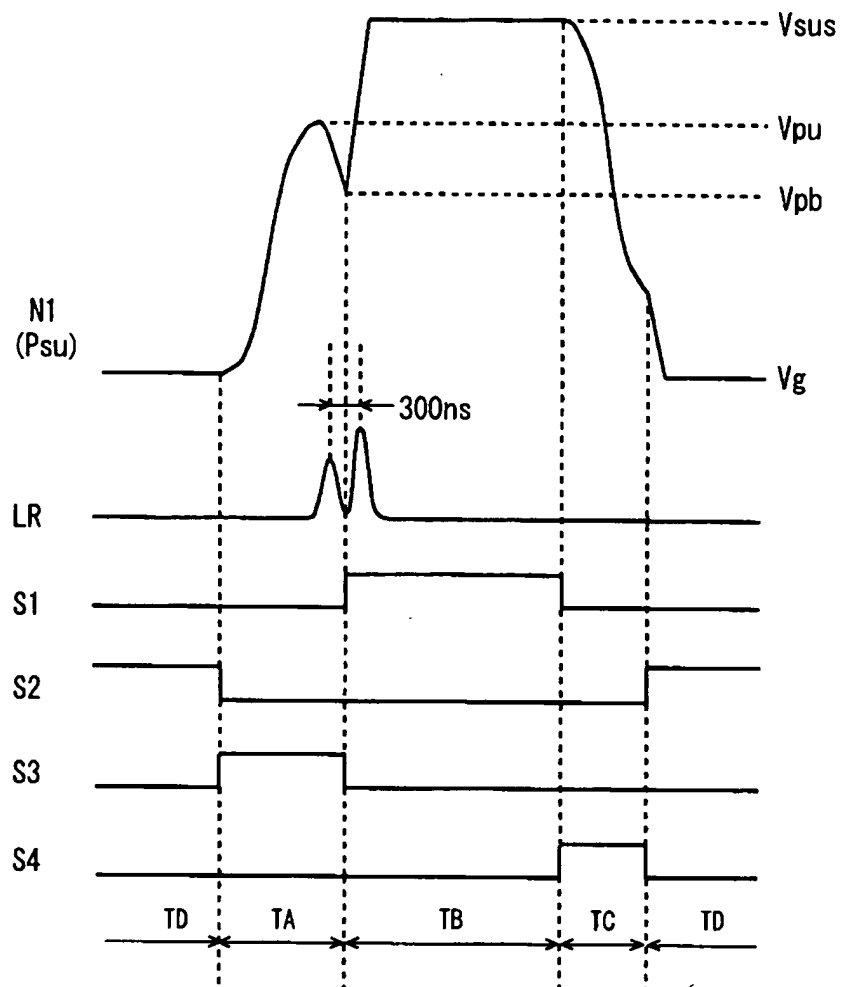
【図 5】



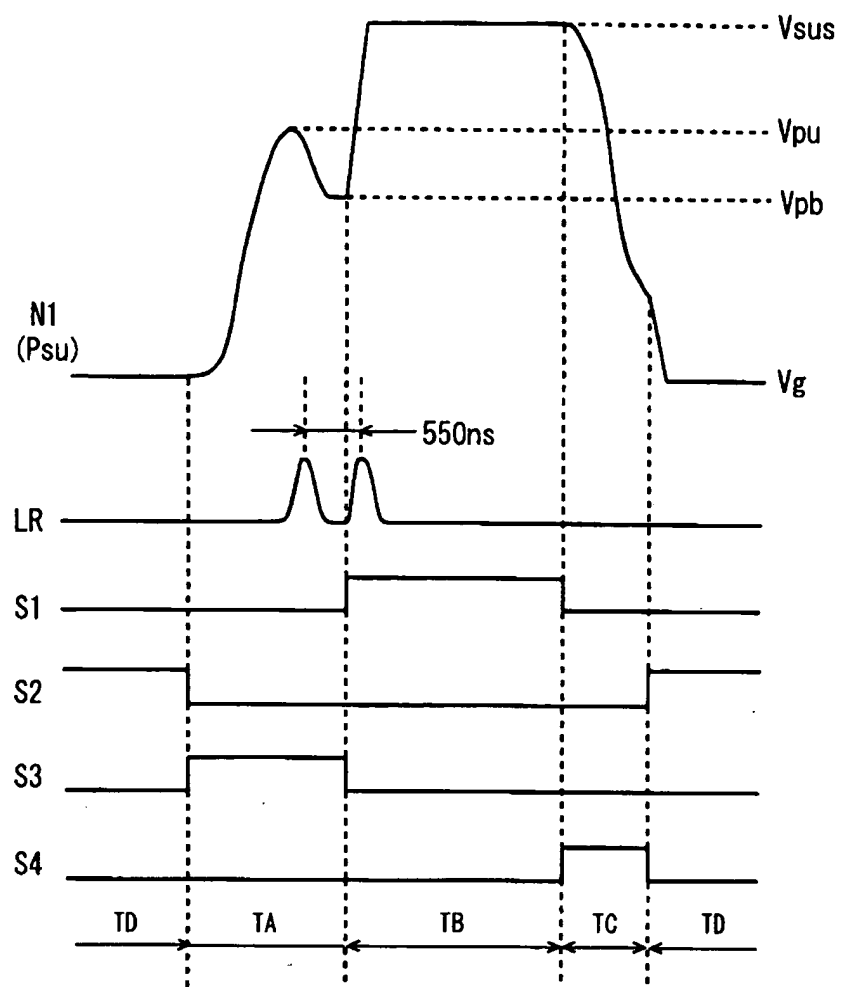
【图 6】



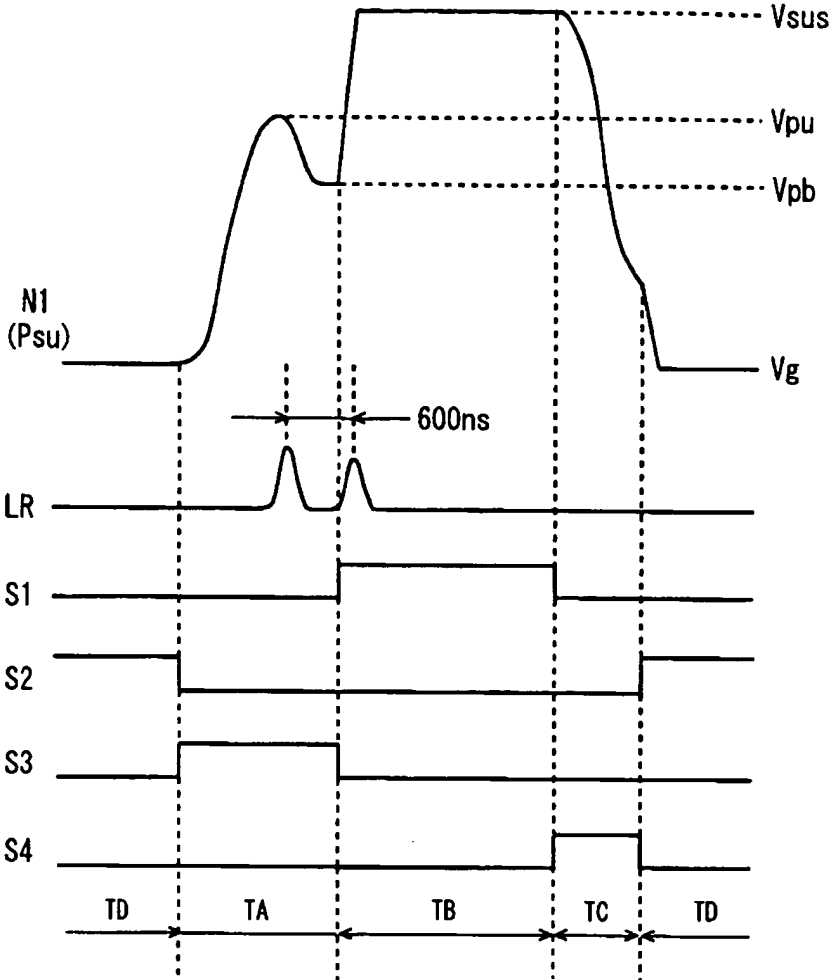
【图 7】



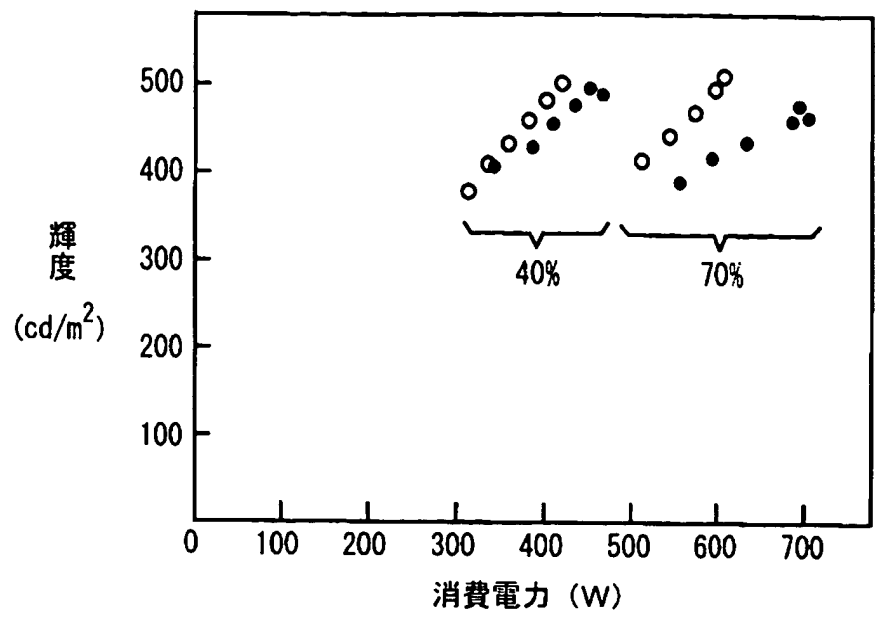
【图 8】



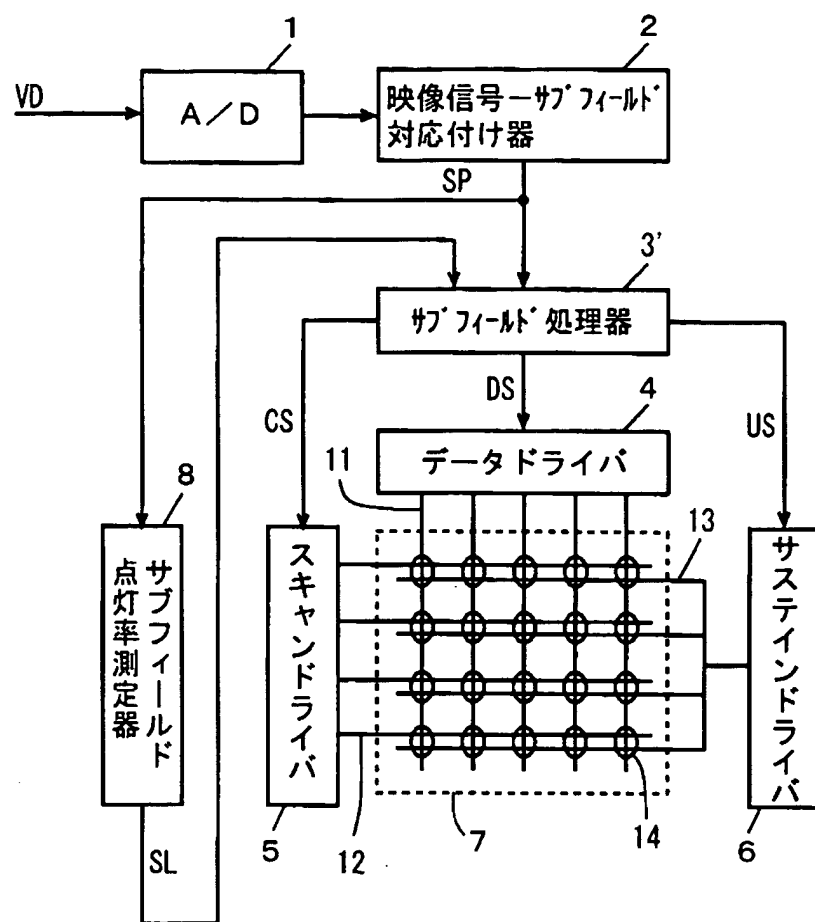
【图 9】



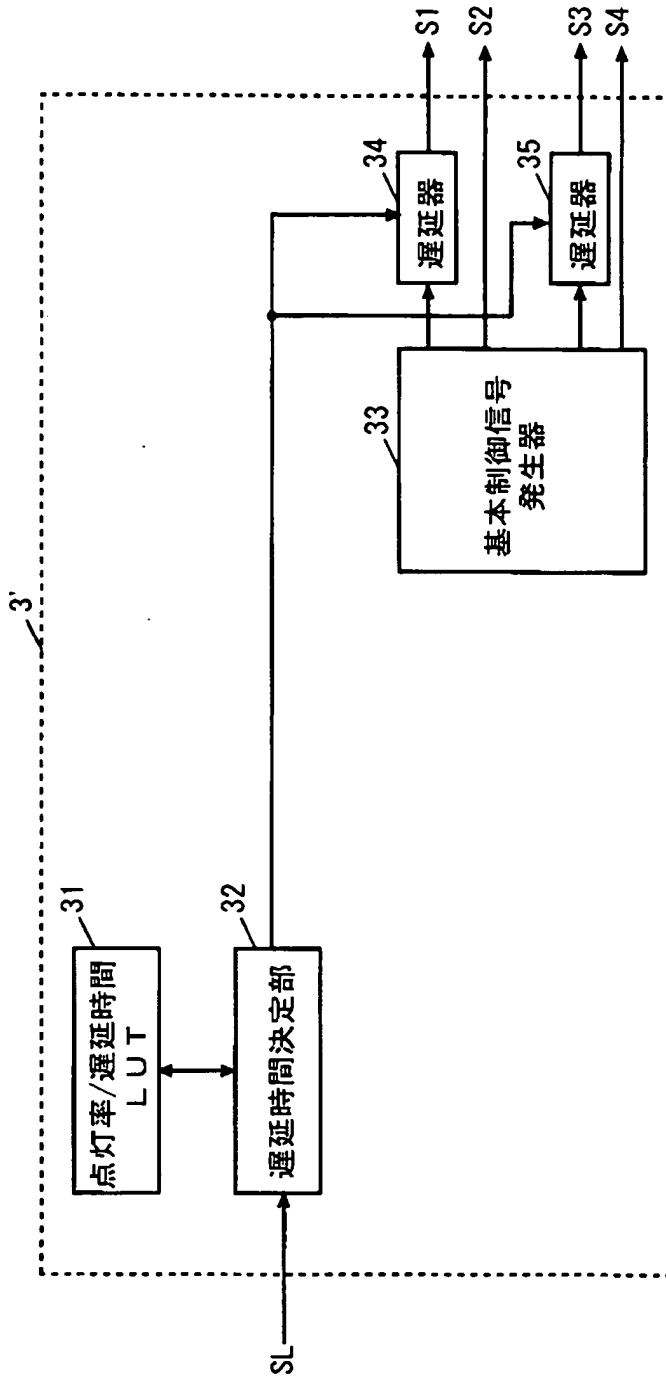
【図 1 0】



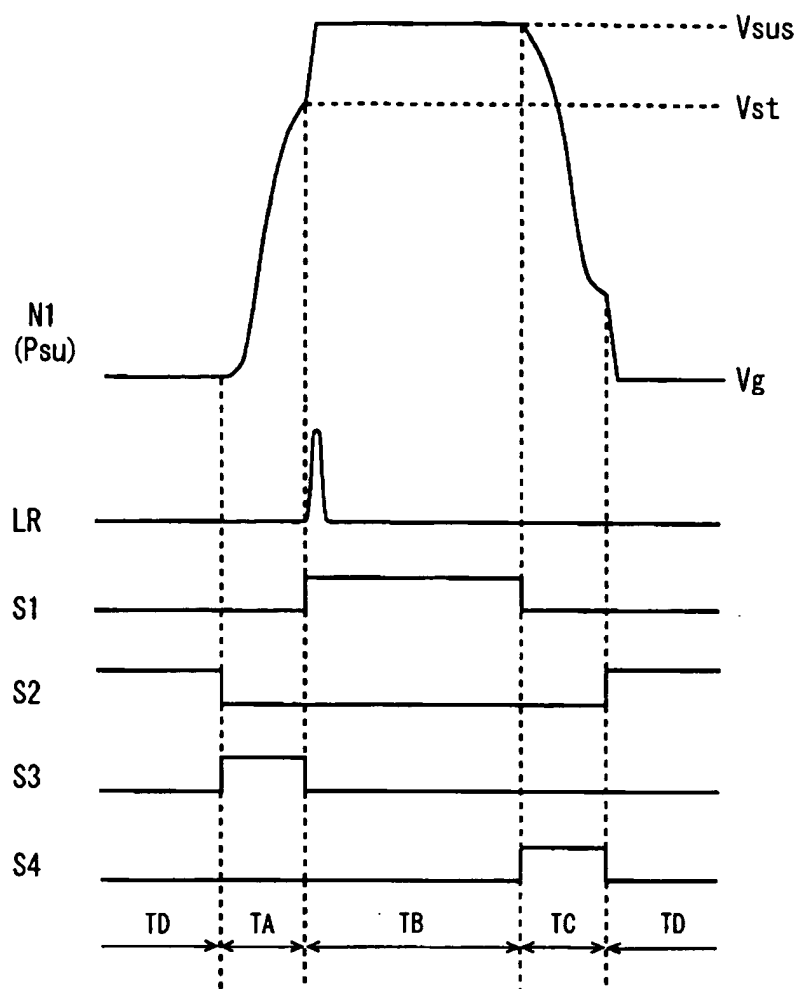
【図 11】



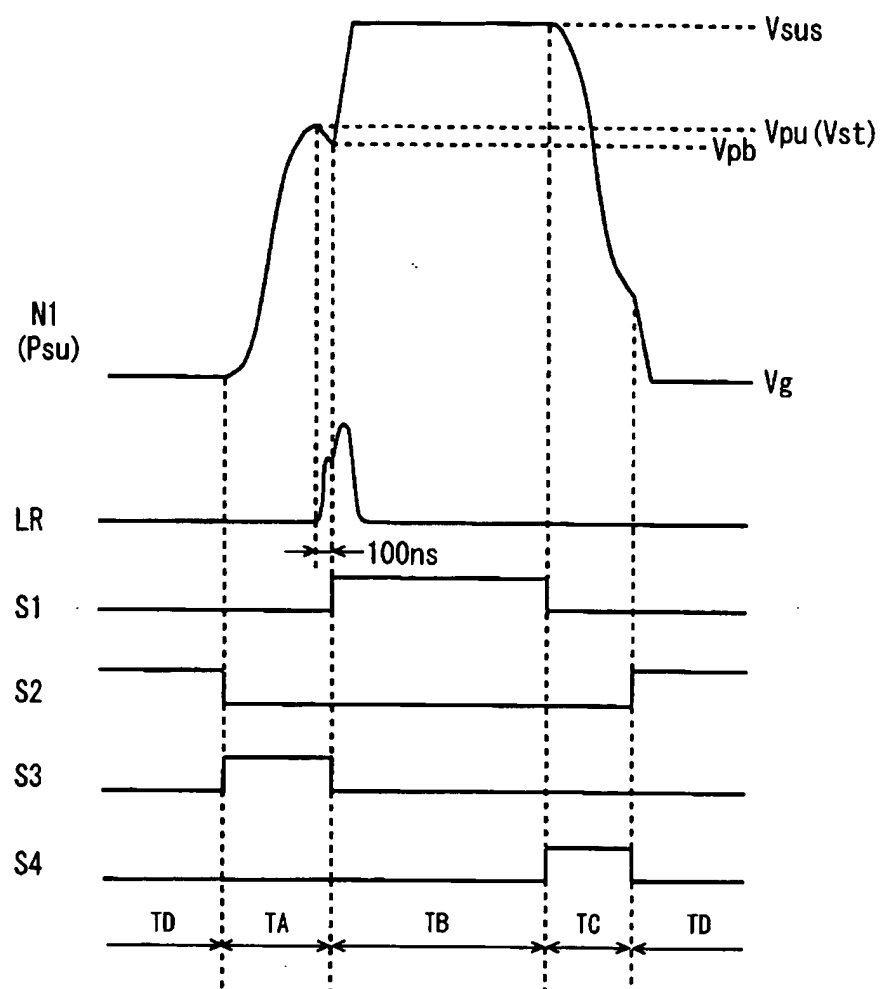
【図 1 2】



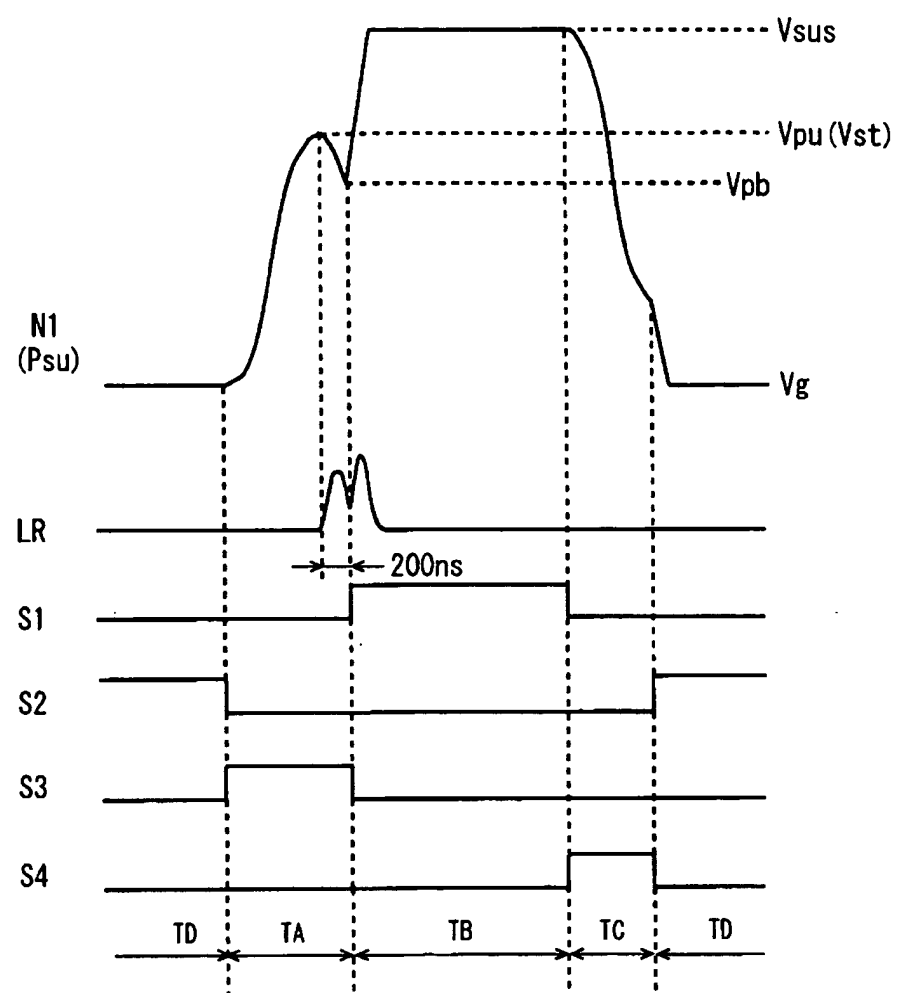
【图 1 3】



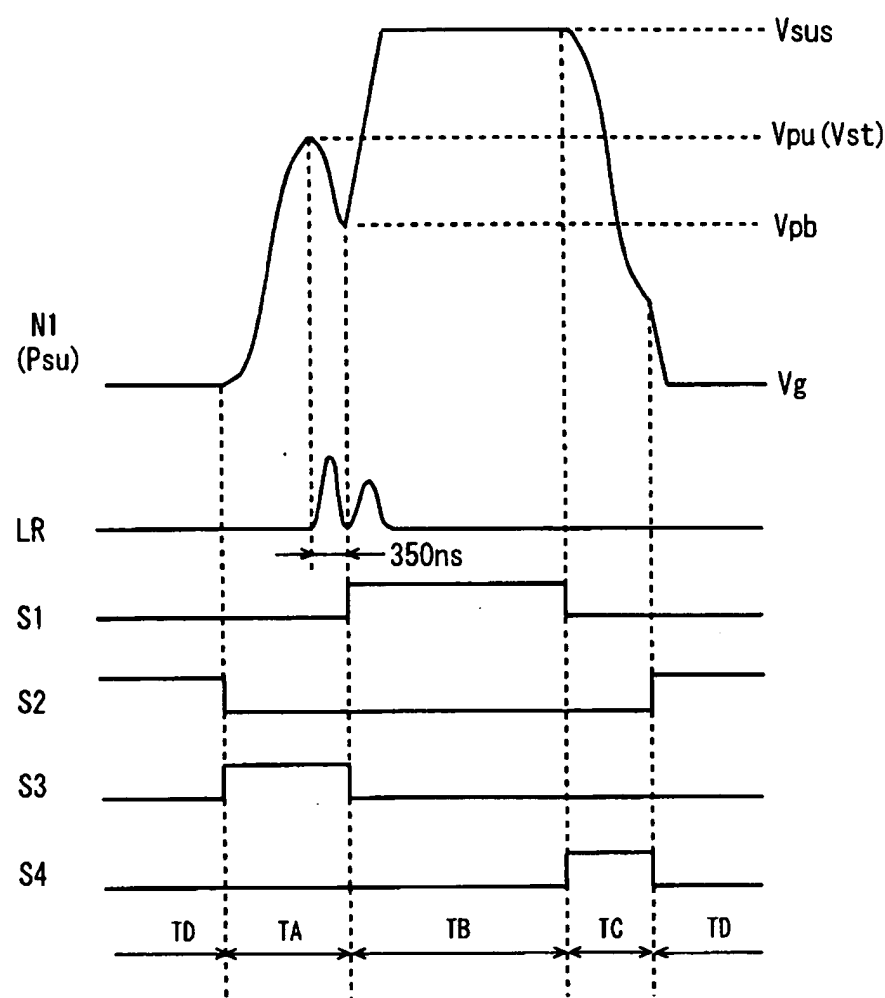
【図 1 4】



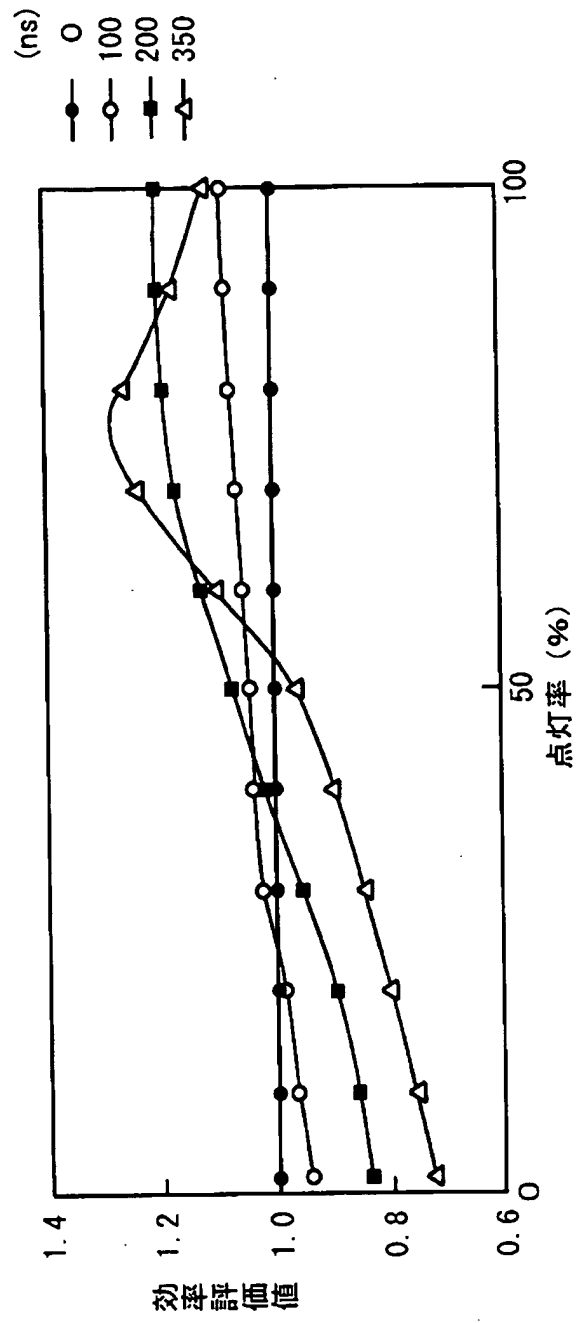
【図 15】



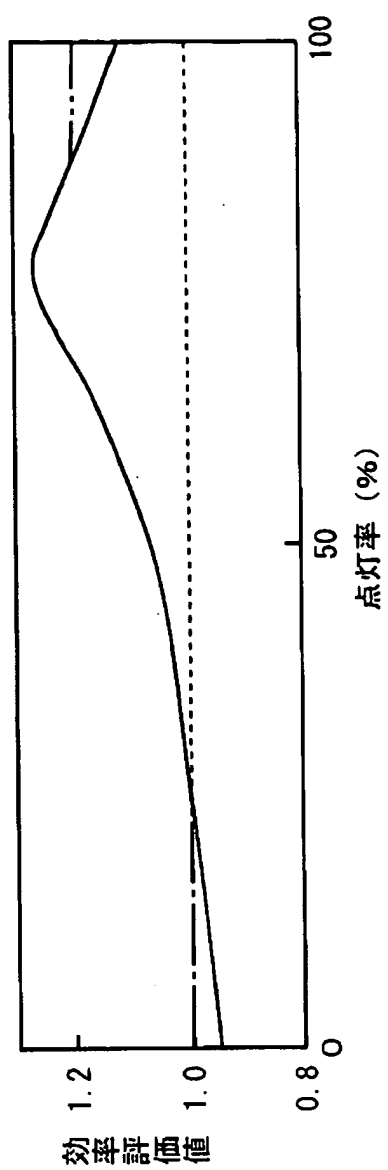
【图 1 6】

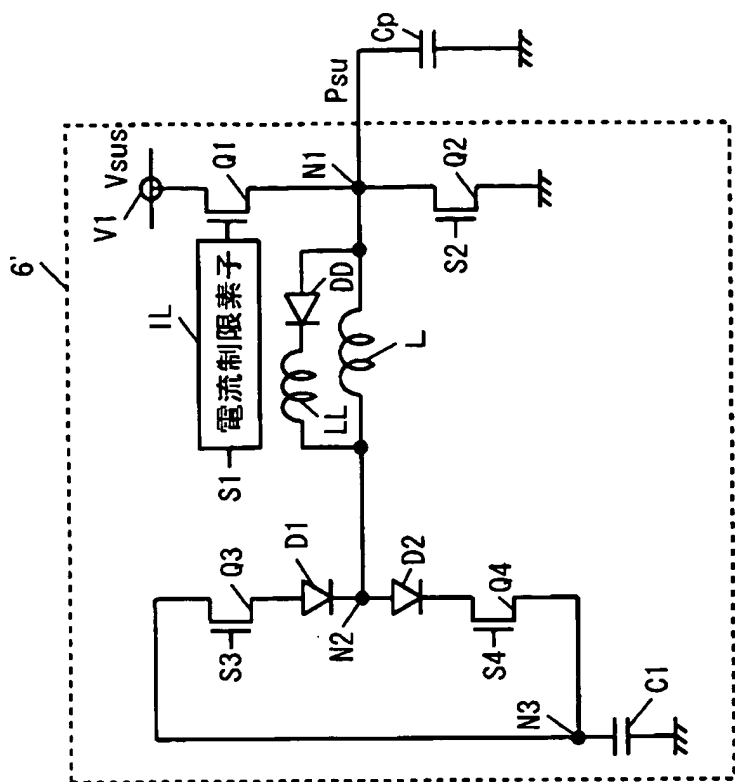


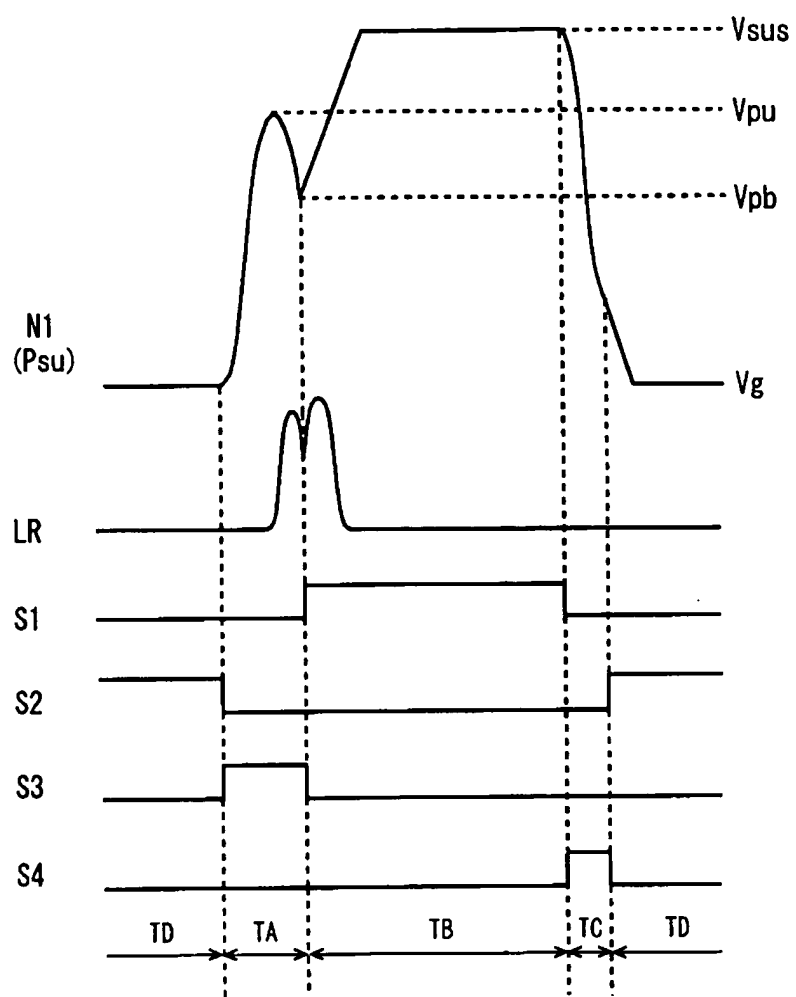
【图 17】



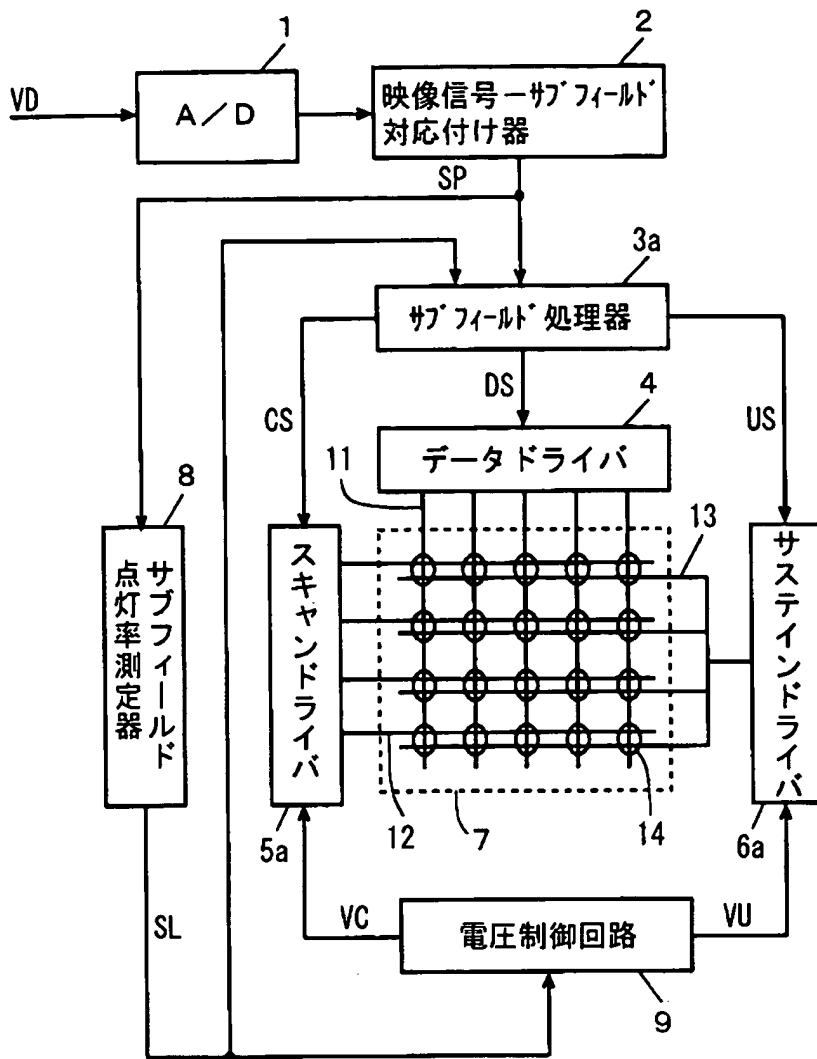
【图 18】

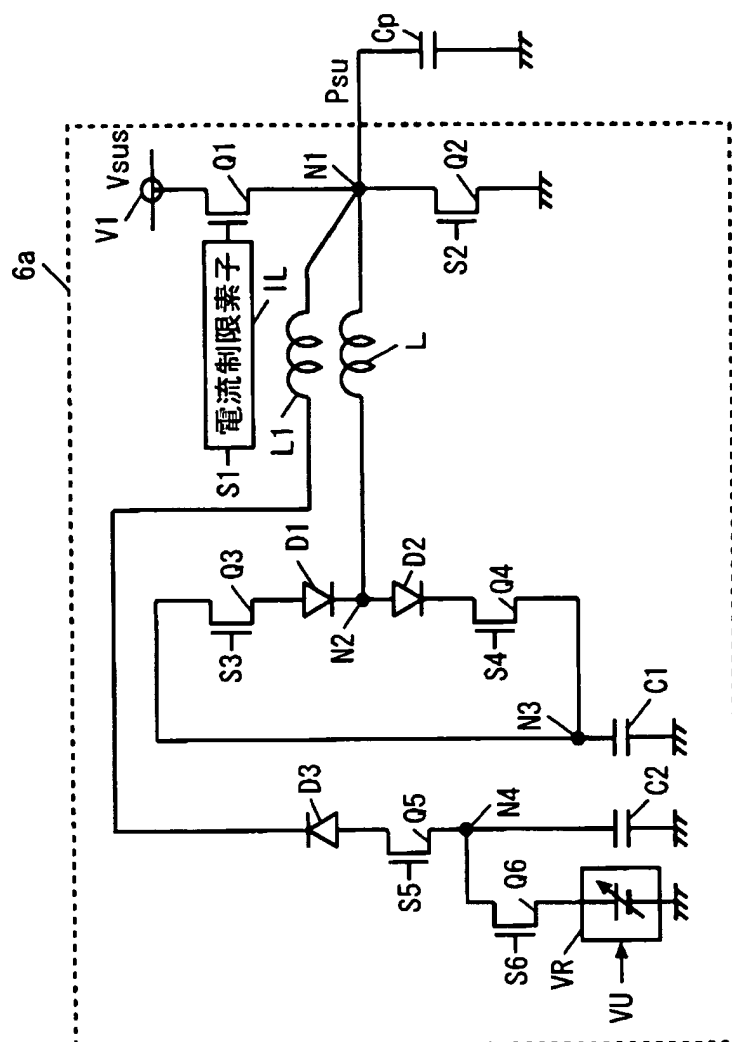




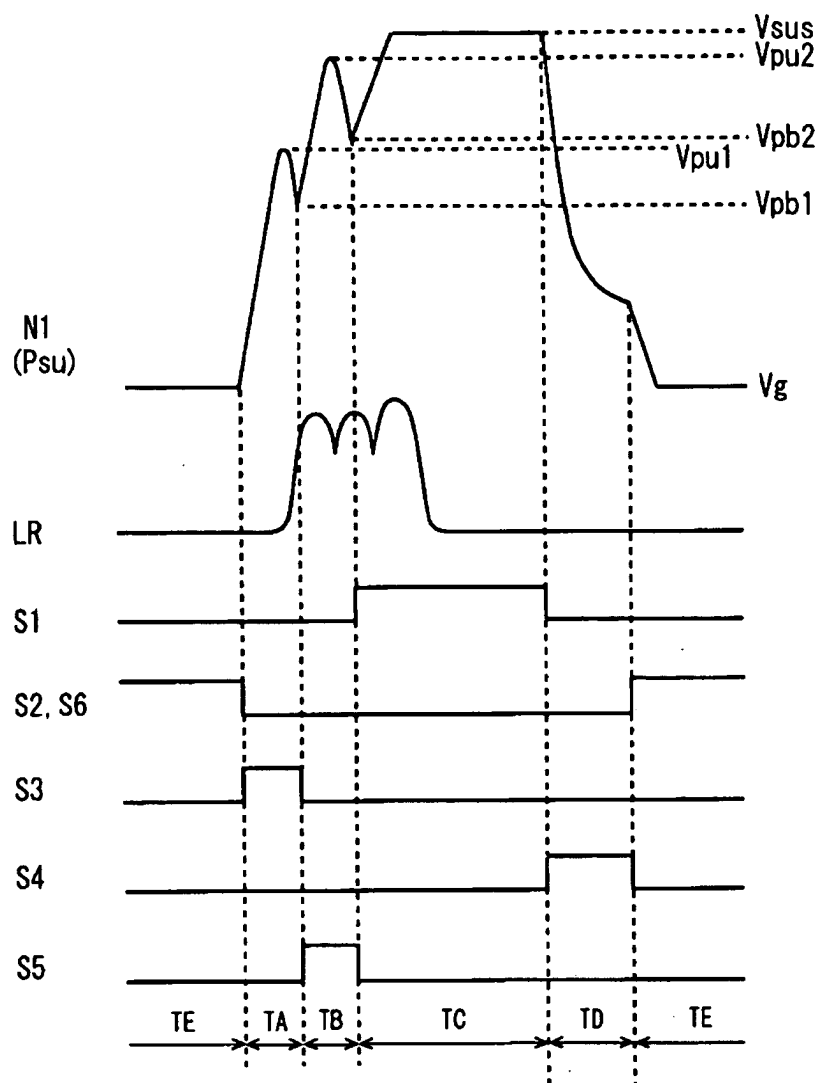


【図 2 1】

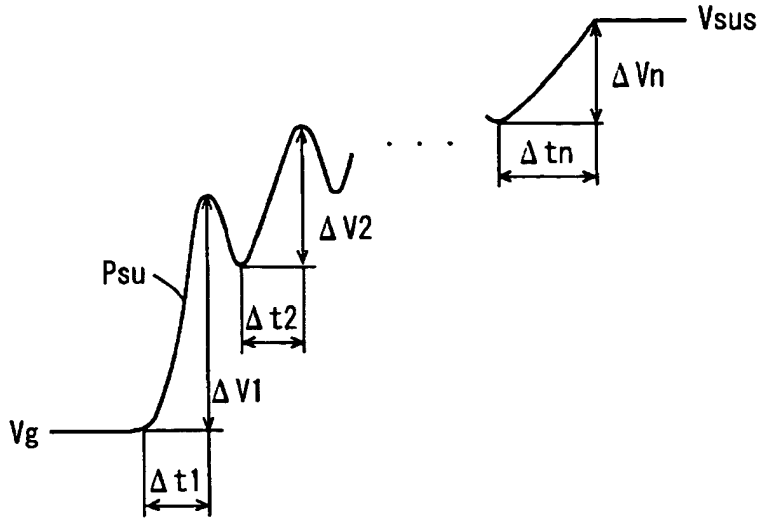




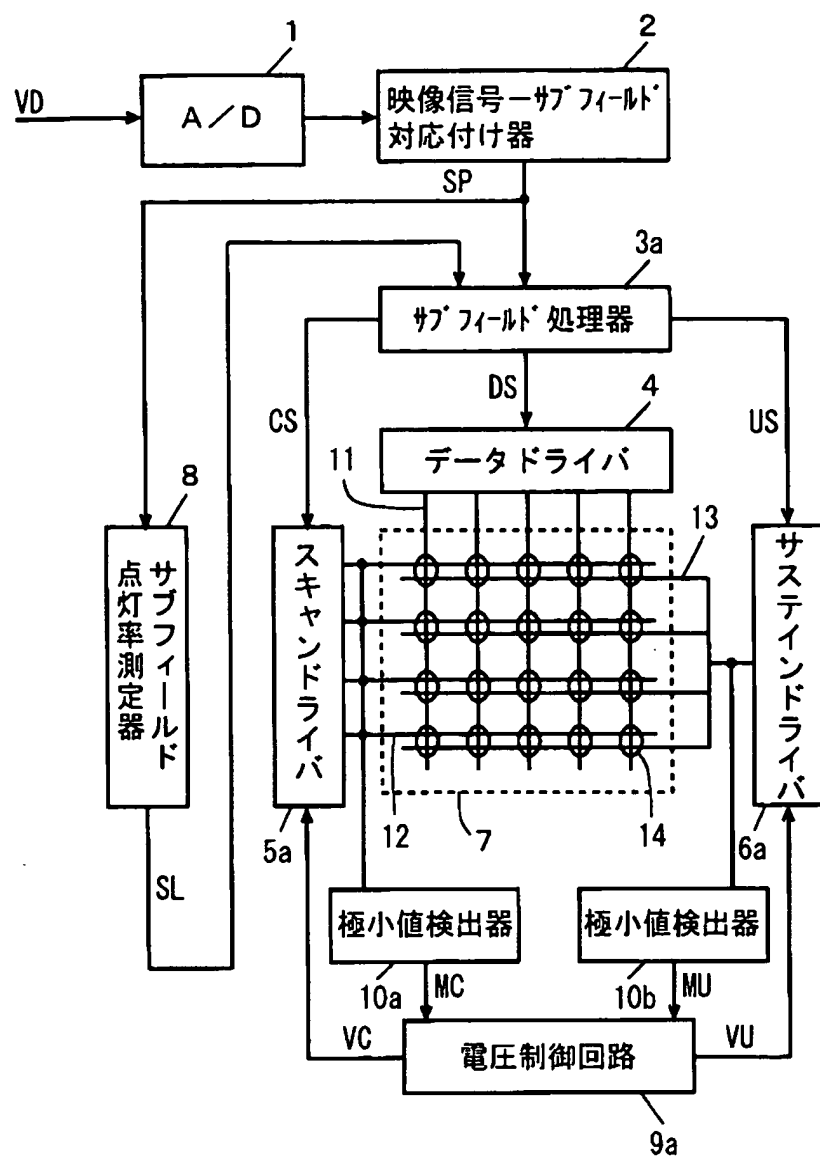
【 2 3 】



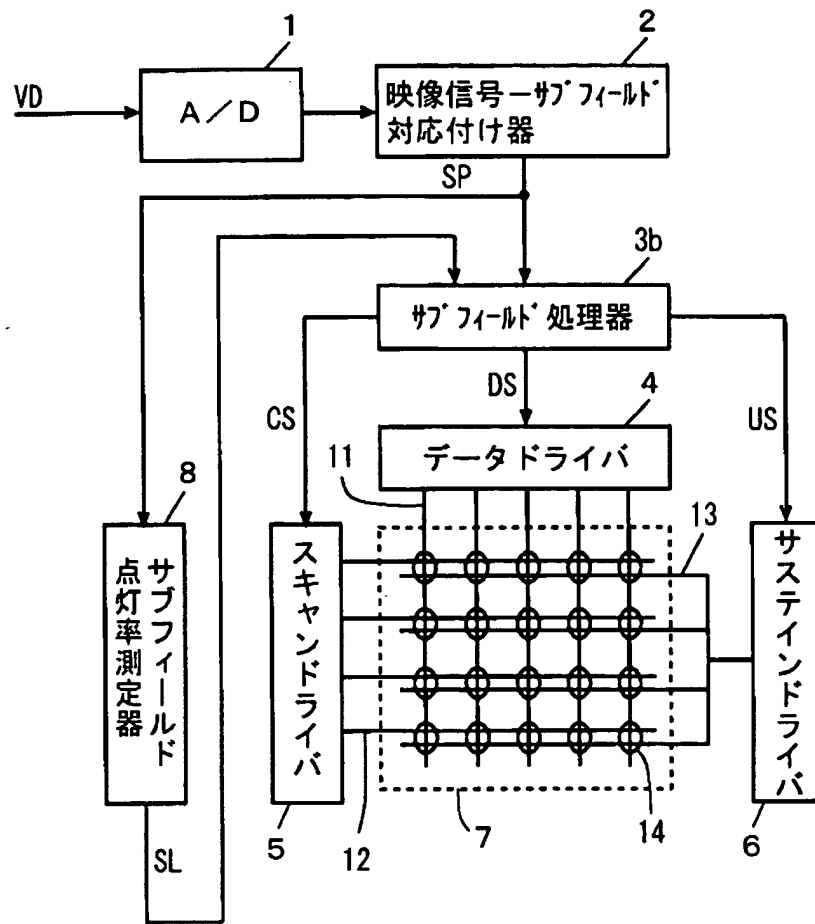
【图 2 4】



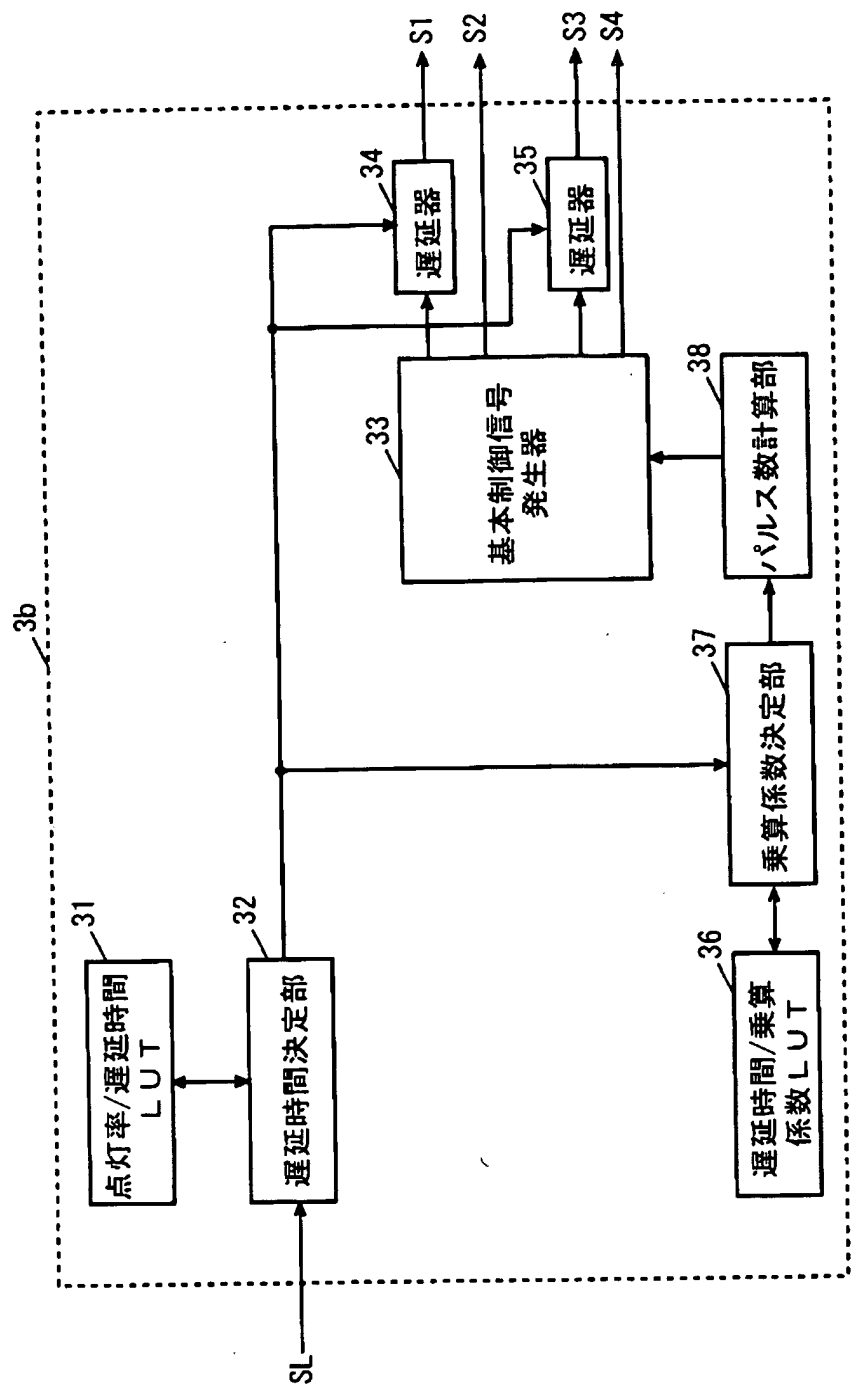
【図 25】



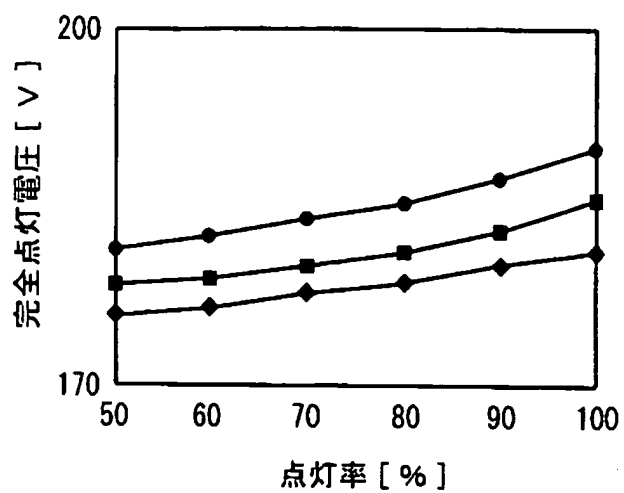
【図 26】



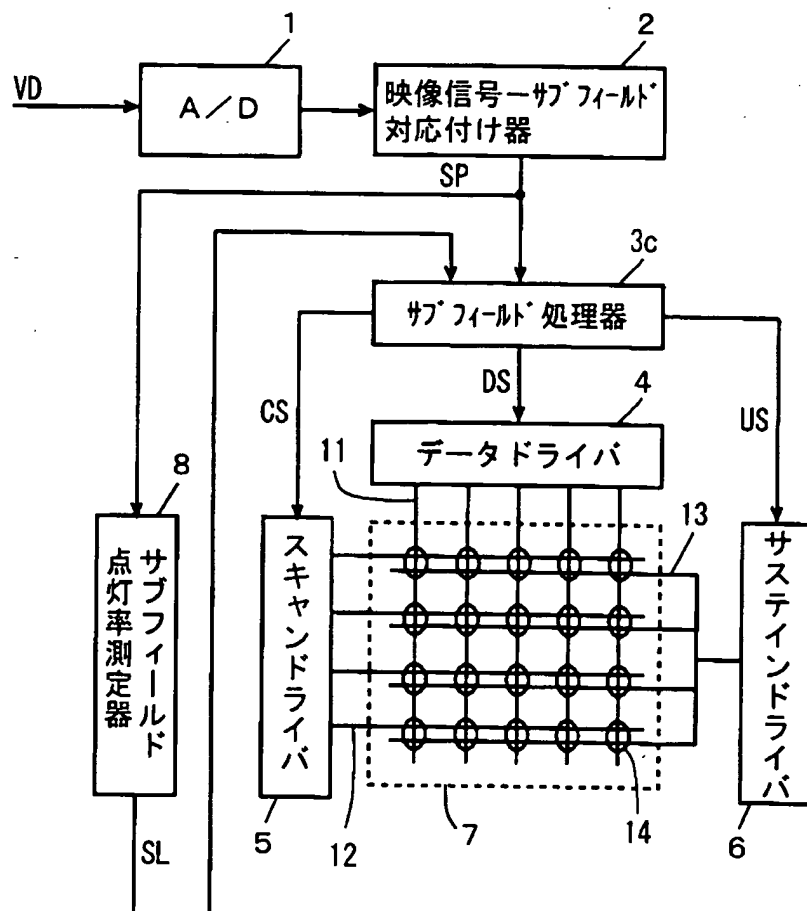
【図 27】



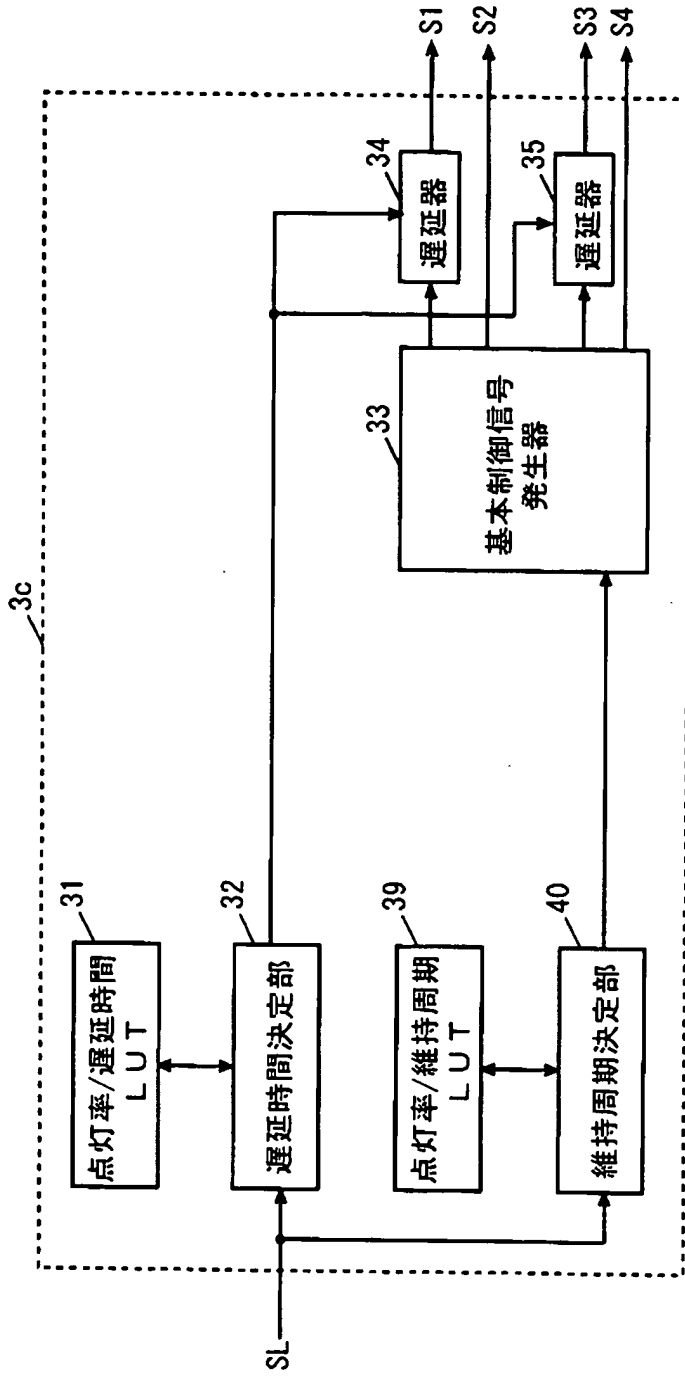
【図 28】



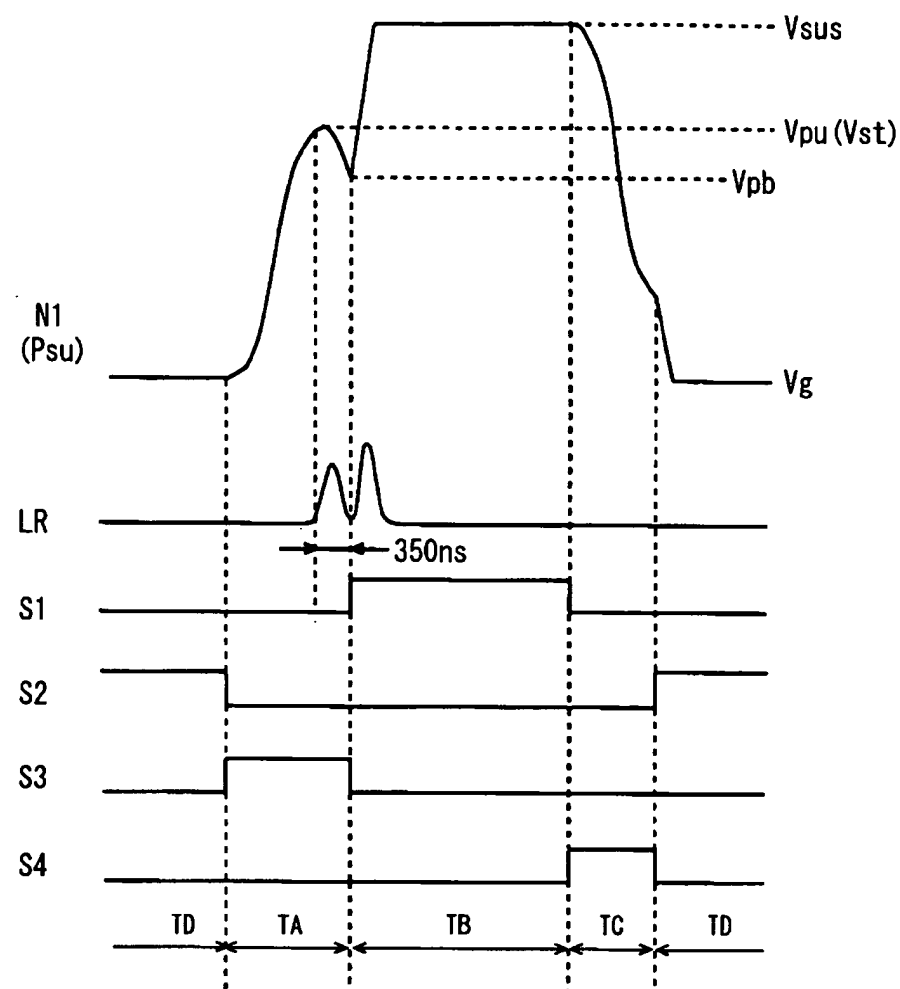
【図 29】



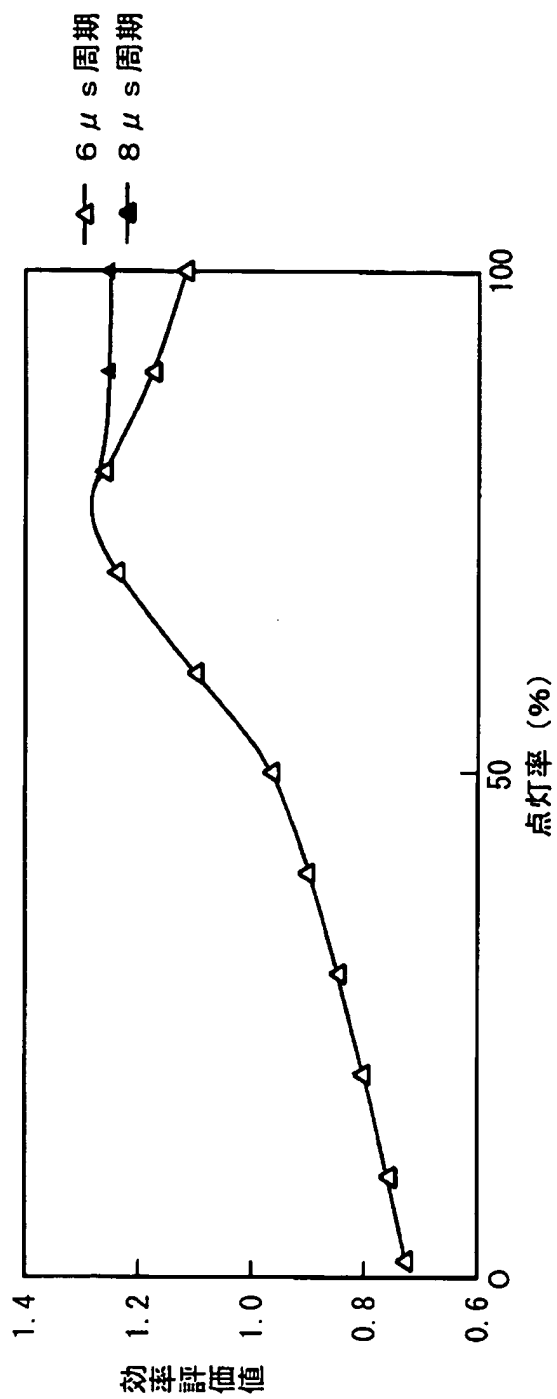
【図 30】



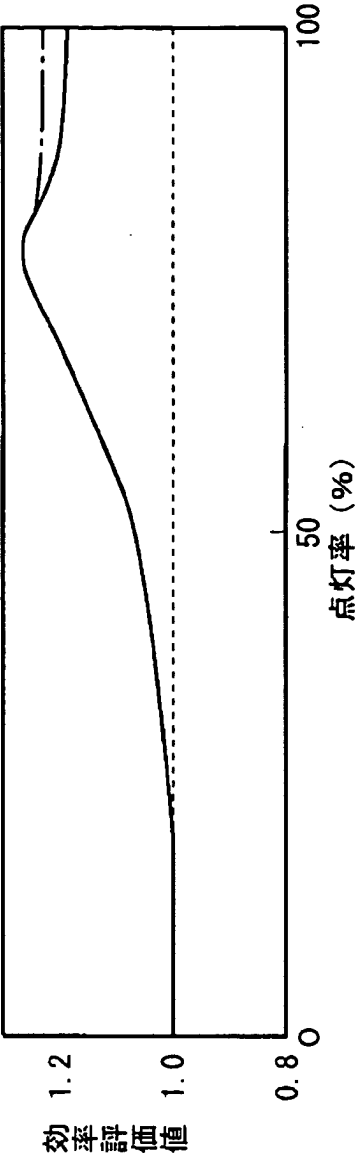
【図 3 1】



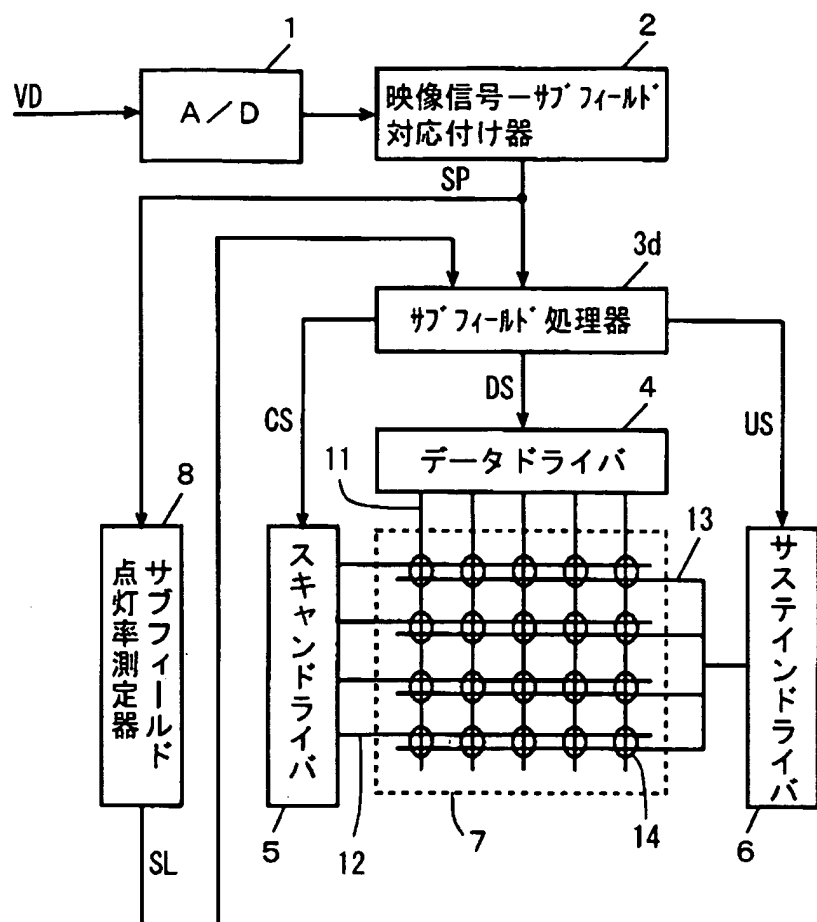
【图 3 2】



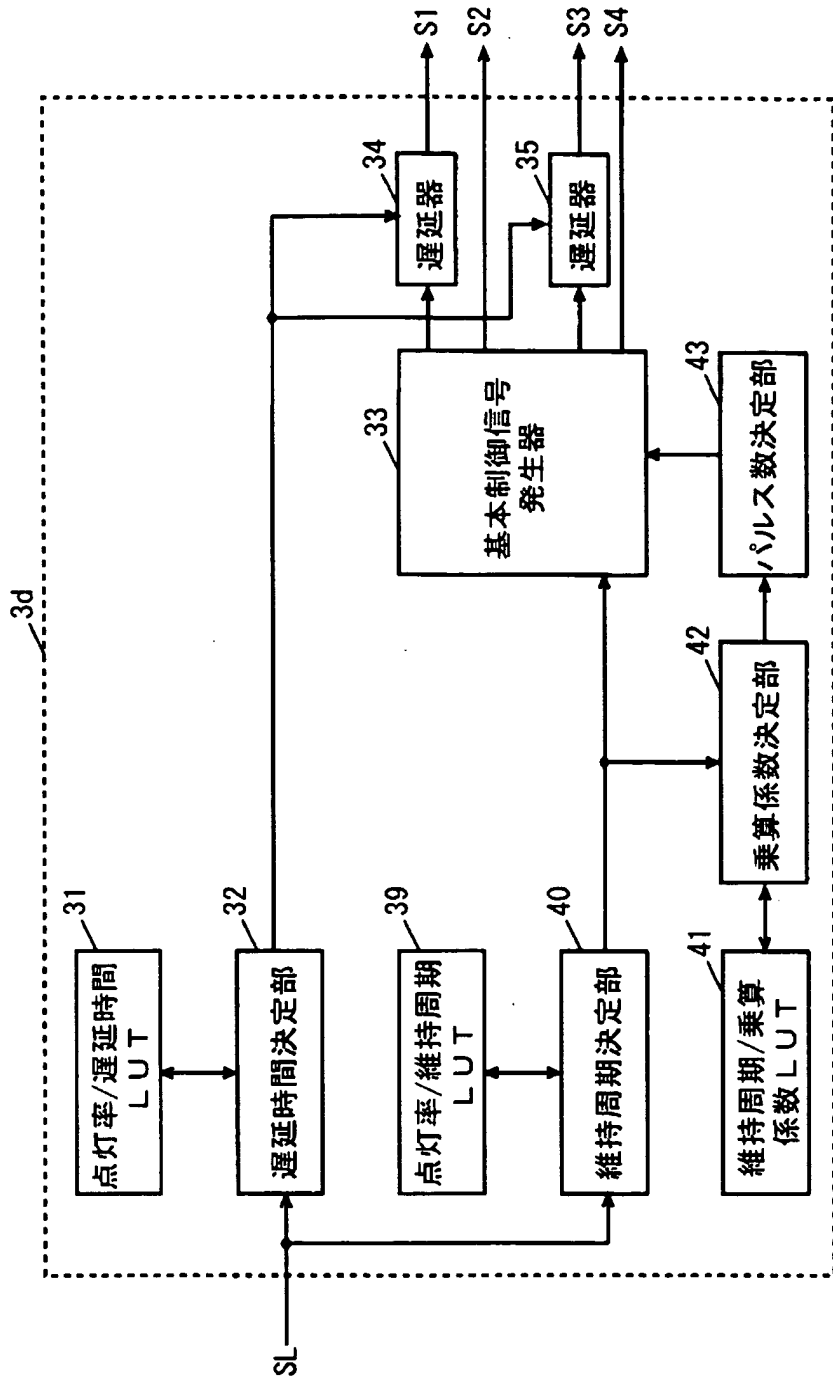
【图 3 3】



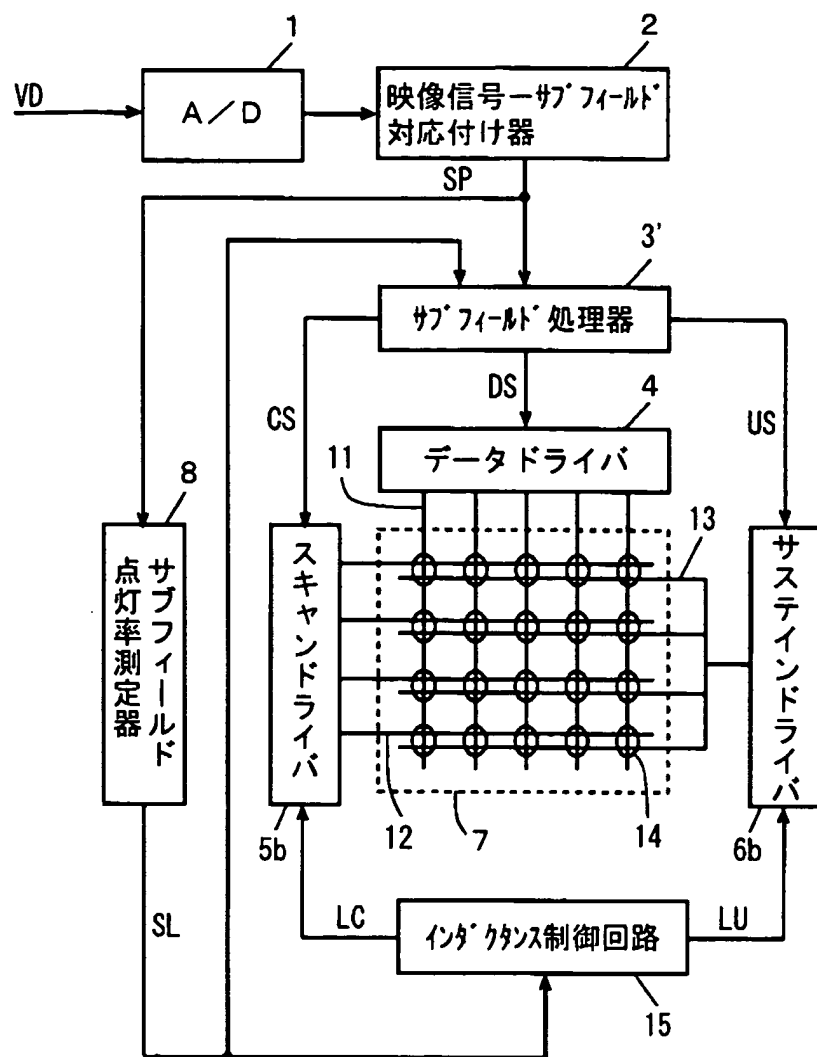
【図 3 4】



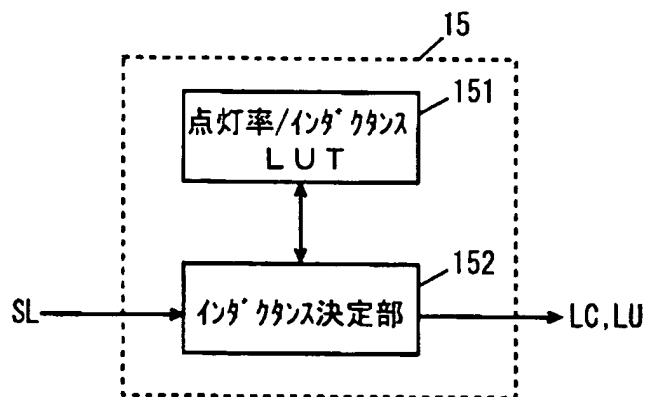
【図 35】



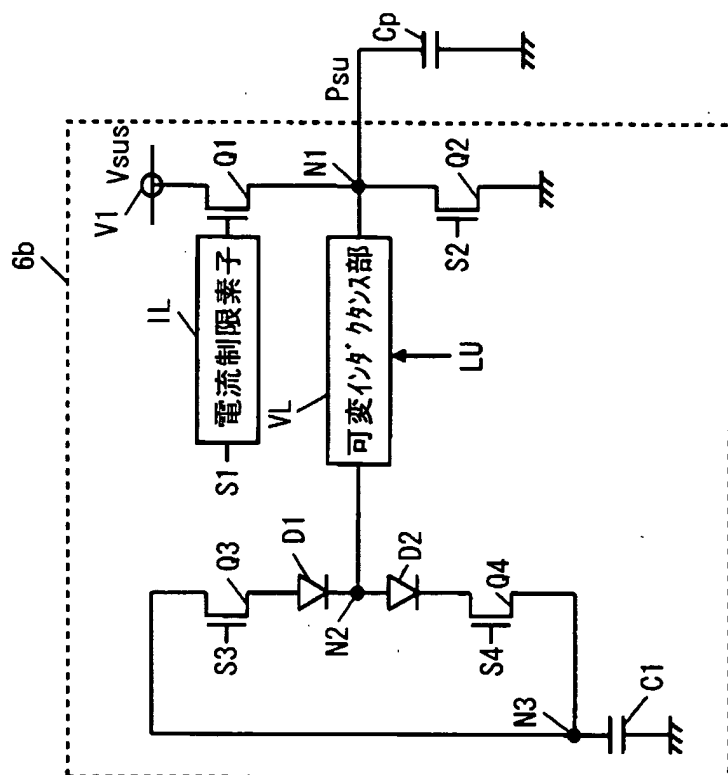
【図 36】



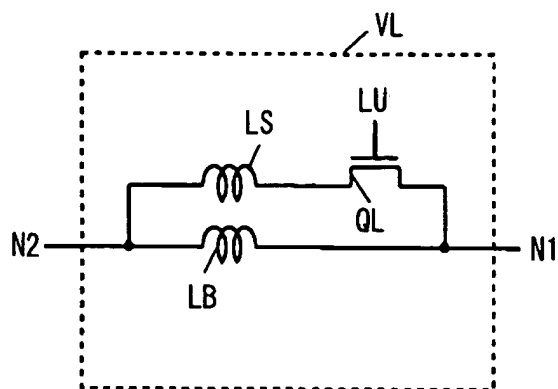
【図 37】



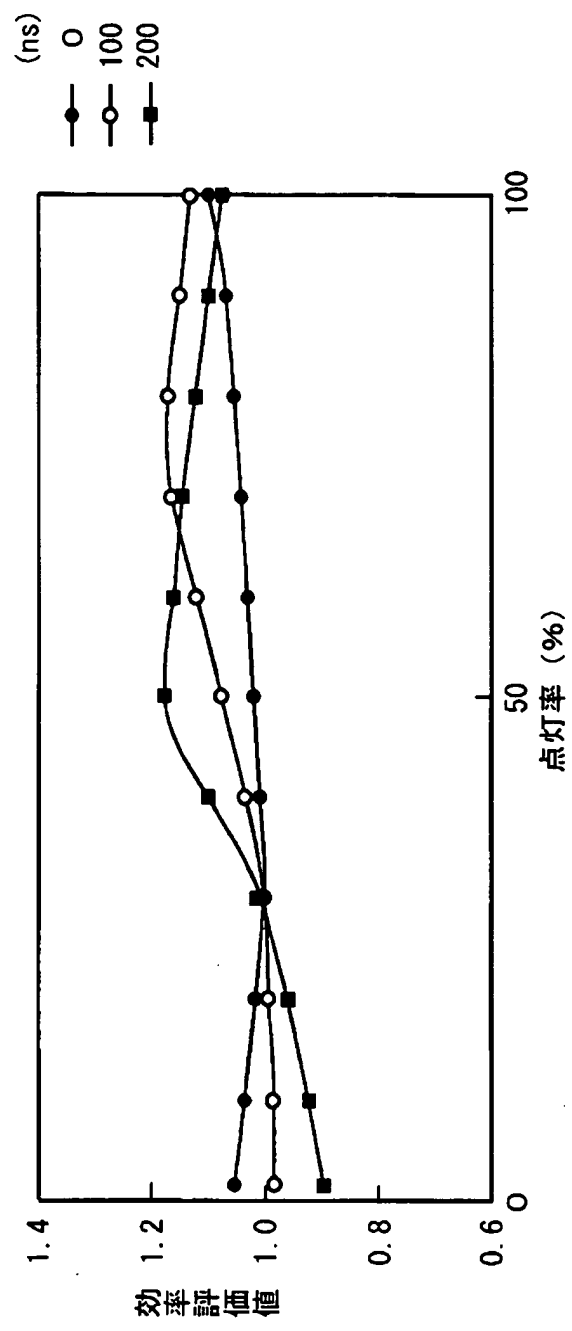
【図 38】



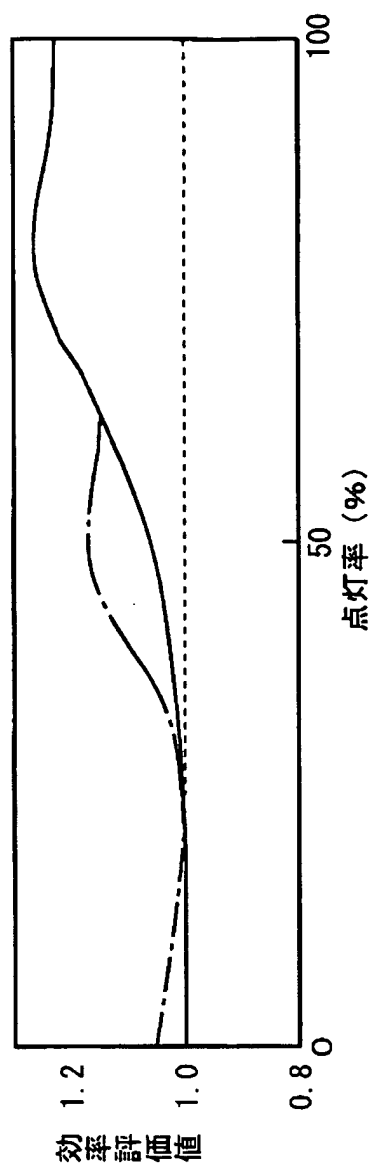
【图 3 9】



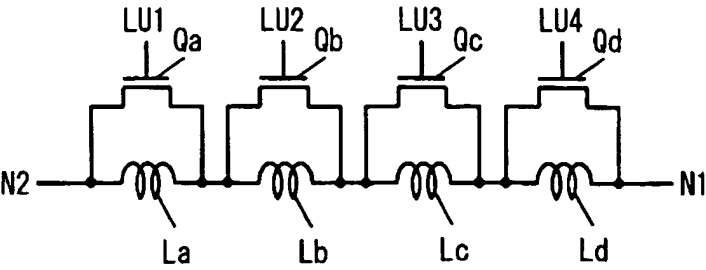
【図 4 0】



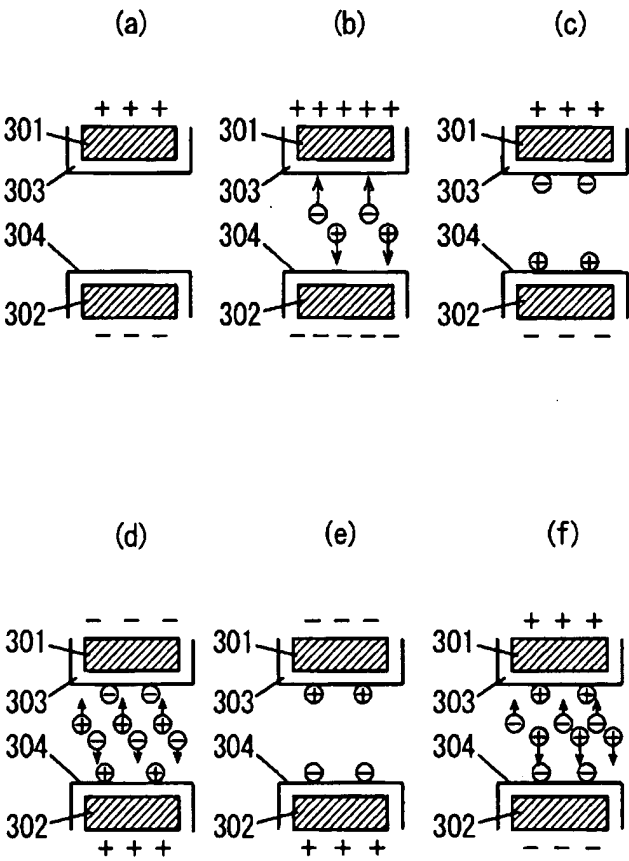
【图 4 1】



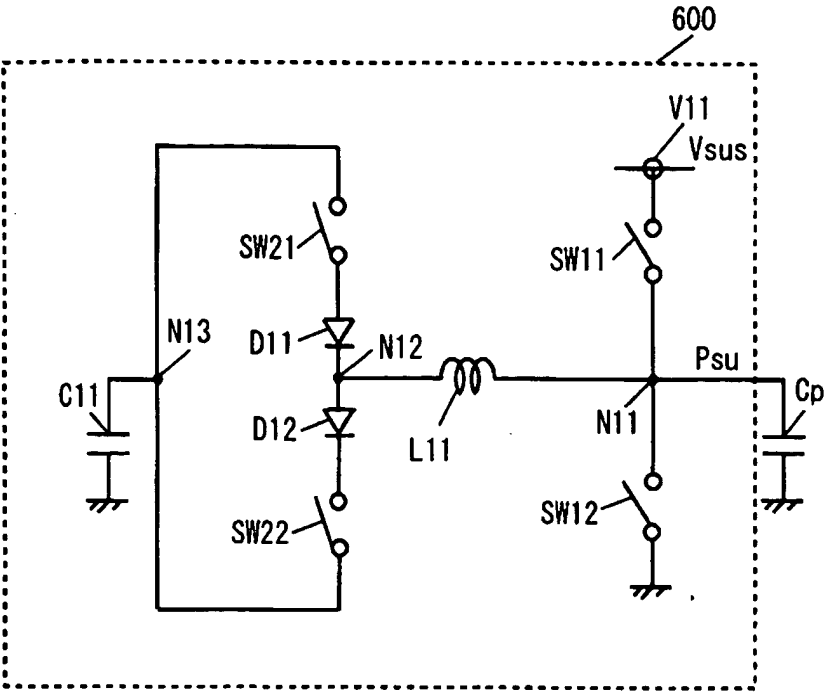
【图 4 2】



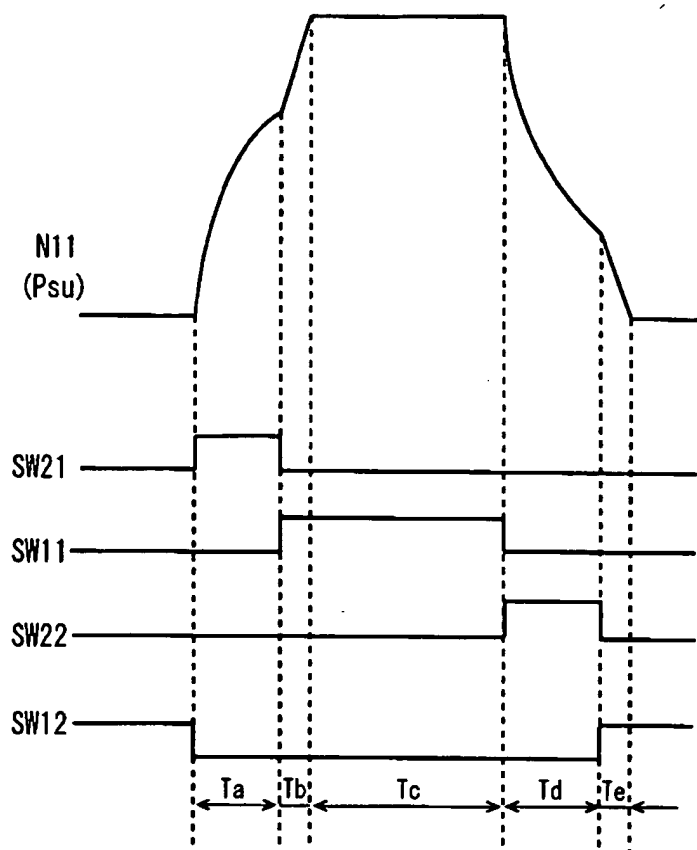
【图 4 3】



【图 4 4】



【図 4 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 点灯すべきすべての放電セルの発光効率を向上させることができる表示装置およびその駆動方法を提供する。

【解決手段】 トランジスタ Q_3 をオンし、回収コイル L およびパネル容量 C_p の LC 共振により維持パルス P_{su} を極大値 V_{pu} まで上昇させて第1の放電を発生させ、維持パルス P_{su} が第1の放電により極小値 V_{pb} まで低下したときにトランジスタ Q_1 をオンし、維持パルス P_{su} の電圧を V_{sus} まで上昇して第1の放電に続けて第2の放電を発生させる。

【選択図】 図3

出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社